COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 OCTOBRE 1887.

PRÉSIDENCE DE M. JANSSEN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HYDRAULIQUE. — *Sur une forme de déversoir en mince paroi, analogue à l'ajutage rentrant de Borda, pour laquelle le relèvement de la face inférieure de la nappe liquide, à la sortie du déversoir, peut être déterminé théoriquement.* Note de M. J. Boussinesq.

« Le relèvement ε éprouvé, à la sortie d'un déversoir en mince paroi et sans contraction latérale, par la face inférieure de la veine ou nappe liquide, est dû à la continuité avec laquelle change de direction la vitesse des molécules qui décrivent cette face après avoir glissé sur celle d'amont du déversoir. Il doit donc croître avec l'angle total mesurant ce changement de direction jusqu'à la traversée de la section contractée où les filets sont horizontaux, angle négligeable dans le cas d'une face amont du déversoir presque horizontale ou en contrepente à peine sensible, droit pour une

face amont verticale, enfin, atteignant la valeur maxima de deux droits, ou représentant un renversement complet du sens des filets, quand le déversoir, alors analogue à l'*ajutage rentrant* de Borda dans l'écoulement par un orifice, a sa face amont tellement concave, que sa partie supérieure, constituée par une mince et large paroi, atteigne à peu près l'horizontalité sans être cependant noyée en dessus, de manière à diriger vers l'amont les filets fluides qui y glissent. Le rapport du relèvement ε à la hauteur h du niveau d'amont au-dessus du seuil, nul dans le premier de ces cas et, d'après les observations de M. Bazin, égal à 0,14 environ dans le deuxième, atteindra donc sa valeur la plus forte dans le troisième.

» Je me propose ici de calculer cette plus forte valeur, en combinant ma théorie approchée des déversoirs (*Comptes rendus*, 4 juillet, 10 et 17 octobre 1887, t. CV, p. 17, 585 et 632), établie dans la supposition d'un rapport $\frac{\varepsilon}{h}$ constant mais fourni par l'expérience, avec le principe des quantités de mouvement appliqué comme on le fait pour démontrer le coefficient $\frac{1}{2}$ de la contraction produite par l'ajutage rentrant de Borda. Je me bornerai, pour plus de simplicité, à l'hypothèse d'une nappe déversante libre, c'est-à-dire supportant à sa face inférieure, comme à sa face supérieure, la pression atmosphérique, dont on fait abstraction dans les calculs.

» Il faudra donc considérer toute la masse liquide qui, à l'époque t, se trouve comprise à l'amont de la section contractée, de hauteur η, jusqu'à une autre section normale élevée de h au-dessus du seuil, juste assez distante de la première pour que les vitesses y soient partout insensibles ou les pressions hydrostatiquement réparties, et égaler la quantité de mouvement acquise par cette masse durant un instant dt, c'est-à-dire, sensiblement (pour l'unité de largeur), la quantité de mouvement, $\rho\, dt \int_\varepsilon^{\varepsilon+\eta} V^2\, dz$, que possède, à l'époque $t + dt$, la tranche d'eau $dt \int_\varepsilon^{\varepsilon+\eta} V\, dz$ sortie par la section contractée, à l'impulsion totale, suivant le sens horizontal de l'écoulement à travers cette section, des pressions exercées sur toute la surface limitant la masse dont il s'agit. Or le plan horizontal mené par le seuil divise cette surface en deux parties, dont l'une, la partie inférieure, est partout en contact avec un fluide sensiblement en repos et, dès lors, soumis à des pressions dont l'impulsion se neutralise, si l'on excepte toutefois la surface, presque horizontale, voisine du seuil, près de laquelle les vitesses sont notables, et où, en conséquence, il y a lieu, même dans l'hy-

pothèse d'un bord tranchant sans aire appréciable, de tenir quelque compte de la petite composante horizontale de la partie non-hydrostatique, négative, des pressions qu'y exerce la paroi, peut-être aussi de son frottement, supposé, il est vrai, négligeable dans les autres équations du problème. D'ailleurs, ce frottement extérieur, de sens contraire aux filets qu'il sollicite et qui refluent vers l'amont, facilite l'écoulement général de la masse ou accroît la quantité de mouvement considérée, tout comme la composante horizontale de la partie non-hydrostatique et négative de la pression exercée aux mêmes points. Il faudra donc joindre un petit terme positif à l'excédent, $\frac{1}{2}\rho g h^2 - \int_{\varepsilon}^{\varepsilon+\eta} p\,dz$ (pour l'unité de largeur), de la pression $\frac{1}{2}\rho g h^2$ supportée par la partie supérieure de la section d'amont, sur la pression $\int_{\varepsilon}^{\varepsilon+\eta} p\,dz$ qu'éprouve la section contractée. Si l'on représente ce terme positif par $\rho g h^2 f$, f étant une très petite fraction inconnue, l'impulsion totale exercée, qu'on devra égaler à la quantité de mouvement acquise $\rho\,dt \int_{\varepsilon}^{\varepsilon+\eta} V^2\,dz$, sera

$$\left[\tfrac{1}{2}\rho g h^2(1+2f) - \int_{\varepsilon}^{\varepsilon+\eta} p\,dz\right] dt,$$

et, en divisant par $\frac{1}{2}\rho g\,dt$, puis transposant un terme, il viendra l'équation cherchée

$$(1) \qquad h^2(1+2f) = 2\int_{\varepsilon}^{\varepsilon+\eta}\left(\frac{p}{\rho g} + \frac{V^2}{g}\right) dz.$$

» Remplaçons-y $\frac{p}{\rho g}$ et ensuite V par leurs valeurs respectives $h - z - \frac{V^2}{2g}$ et $\sqrt{2g(h-\varepsilon)}\frac{R_0}{R_0+z-\varepsilon}$ tirées des équations (1) et (4) de la Note citée du 4 juillet. Alors l'intégration, immédiatement effectuable, indiquée au second membre, transformera cette équation (1) en celle-ci

$$(2) \qquad h^2(1+2f) = (h-\varepsilon)^2 \frac{\eta}{h-\varepsilon}\left(2 + 2\frac{R_0}{R_0+\eta} - \frac{\eta}{h-\varepsilon}\right),$$

que les valeurs $1-k^2$, $k+k^2$ de $\frac{\eta}{h-\varepsilon}$ et de $\frac{R_0}{h-\varepsilon}$, données par les formules (6) et (7) de la même Note, réduiront à

$$(3) \qquad h^2(1+2f) = (h-\varepsilon)^2(1-k)(1+k)^3.$$

» Il en résulte, pour la fraction $\frac{h-\varepsilon}{h}$, la valeur très approchée

$$\frac{1+f}{\sqrt{(1-k)(1+k)^3}},$$

et le rapport cherché $\frac{\varepsilon}{h}$ est enfin donné par la formule

$$(4) \qquad \frac{\varepsilon}{h} = 1 - \frac{1+f}{\sqrt{(1-k)(1+k)^3}}.$$

» On voit d'ailleurs, avant les relations (11) de la même Note, que, pour les déversoirs à nappe libre auxquels je me borne en ce moment, $k = 0,46854$; et, en effectuant les calculs, dans (4), autant que possible, il vient

$$(5) \qquad \frac{\varepsilon}{h} = 0,2292 - (0,77)f.$$

» On ne connaît pas la très petite fraction f ni, par suite, le terme négatif $-(0,77)f$. Mais, comme ce terme représente l'influence de forces presque aussi faibles que les frottements, reconnus négligeables dans les phénomènes de contraction des veines fluides, il est difficile de lui attribuer une valeur absolue dépassant 0,01. On pourra donc prendre simplement $\frac{\varepsilon}{h} = 0,22$ (1).

---

(1) Pour une nappe déprimée ou soulevée, mais non adhérente au barrage ni noyée en dessous, l'équation, établie de même, serait, avec les notations de ma Note du 10 octobre (*Comptes rendus*, p. 585),

$$\{2n + [1 - k^2(1+n)][-n + (1+n)(1+k)^2]\}X^2 - 2nX - (1+2f) = 0,$$

X y désignant, pour abréger, la différence $1 - \frac{\varepsilon}{h}$, et la partie $2nX^2 - 2nX$, ou $-2n\frac{(h-\varepsilon)\varepsilon}{h^2}$, du premier membre, provenant de la *non-pression*, $n\rho g(h-\varepsilon)$ par unité d'aire, exercée sur la couche d'air confiné, de hauteur ε, comprise, au-dessus du barrage, en amont du prolongement inférieur de la section contractée, couche qu'il convient alors d'adjoindre à la masse fluide dont on considère la quantité de mouvement.

Par exemple, dans les deux cas où l'on a $k = 0,3$, $k = 0,6$, et où les différences des pressions supportées par les deux faces de la nappe sont très sensibles (d'après le Tableau de la fin du n° III de la même Note), il vient, pour $\frac{\varepsilon}{h}$, en négligeant f, les

» Si la face amont du déversoir était moins profondément creusée qu'on ne l'a admis, ce ne serait plus seulement près de sa partie supérieure presque horizontale que le fluide aurait des vitesses V sensibles, mais aussi contre sa partie montante et, d'après le principe de D. Bernoulli, les valeurs de la pression y décroîtraient de $\frac{V^2}{2g}$. L'effet, sur la masse liquide, de ce déficit de pression, de même sens que celui du petit frottement exercé par la partie supérieure et de la composante horizontale de sa pression non-hydrostatique, reviendrait donc à accroître f et $(0,77)f$ dans un très grand rapport ou à rendre la contraction $\frac{\varepsilon}{h}$ de la partie inférieure

---

deux valeurs 0,175 et 0,252, dont les écarts, assez modérés d'ailleurs, d'avec la précédente 0,229, sont bien dans les sens prévus au n° II de cette Note du 10 octobre.

Si la nappe était ou adhérente au barrage, ou noyée en dessous, une couche d'eau tourbillonnante, à l'intérieur de laquelle la pression croîtrait de $\rho g \varepsilon$ depuis son sommet jusqu'à sa base, remplacerait l'air confiné où la pression est, au contraire, sensiblement constante; d'où l'adjonction, à la somme des forces sollicitant la masse fluide considérée, d'un terme négatif $-\frac{1}{2}\rho g \varepsilon^2$, pour tenir compte de ce surcroît de pression sur le prolongement inférieur ε de la section contractée. Par suite de cette circonstance, l'équation en $X = 1 - \frac{\varepsilon}{h}$, si l'on y suppose $f = 0$, est divisible par X et donne simplement

$$\frac{\varepsilon}{h} = 1 - \frac{2(1+n)}{1 + 2n + [1 - k^2(1+n)][-n + (1+n)(1+k)^2]}.$$

Pour $k = 0,3$, il vient, par cette formule, $\frac{\varepsilon}{h} = 0,181$, fraction à peine supérieure à la précédente, 0,175. Pour $k = 0,2$, on trouve de même $\frac{\varepsilon}{h} = 0,128$, au lieu de 0,127 qu'on aurait sans cette substitution de l'eau à l'air sous la nappe; etc.

Les écarts relatifs des valeurs ainsi obtenues d'avec celle, 0,229, qui appartient à une nappe libre, permettront d'apprécier, pour les divers cas, dans quels rapports la non-pression (positive ou négative) produite sous la nappe y réduit la contraction $\frac{\varepsilon}{h}$. En admettant ensuite, du moins provisoirement, la persistance des mêmes rapports pour les déversoirs à face d'amont non plus creuse, mais verticale, où la contraction dont il s'agit égale 0,14 quand la nappe est libre, on calculera facilement les valeurs qu'il convient, jusqu'à ce que des expériences directes aient pu être faites, d'y attribuer à $\frac{\varepsilon}{h}$, dans les cas de nappes déprimées, soulevées, adhérentes, ou noyées en dessous.

de la nappe déversante notablement moindre que 0,22. Ainsi cette valeur 0,22 est bien un maximum.

» Supposons que l'on voulût en déduire celle qui est relative au cas d'un barrage vertical, en se basant sur les analogies évidentes respectives d'un tel barrage, et du barrage concave étudié ici, avec un orifice vertical rectangulaire à bords horizontaux percé en mince paroi plane indéfinie et avec un tel orifice armé d'un ajutage rentrant de Borda, cas pour lesquels on connaît les contractions $\left(\text{pareilles à } \frac{\varepsilon}{h}\right)$ du bas de la veine d'écoulement, qui sont $\frac{1}{2}(1 - 0,62) = 0,19$ et $\frac{1}{2}(1 - \frac{1}{2}) = 0,25$. Une proportion qui exprimerait ces analogies conduirait à prendre, pour le déversoir à face d'amont verticale, $\frac{\varepsilon}{h} = \frac{0,22 \times 0,19}{0,25} = 0,167$, valeur un peu plus forte que celle, 0,14, résultant des mesurages directs de M. Bazin. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur le naphtol comme médicament antiseptique.* Note de M. **Ch. Bouchard.**

« Je désire entretenir l'Académie de recherches que je poursuis déjà depuis deux années et qui m'ont amené à introduire dans la Thérapeutique un nouvel agent antiseptique, le naphtol β. Ce n'est pas que ce naphtol n'ait déjà été employé comme médicament, ni qu'on ait ignoré jusqu'à ce jour ses propriétés antiseptiques, mais son usage était resté limité au traitement local de certaines maladies de la peau. Il était employé associé à des savons ou à des onguents; encore, n'en usait-on qu'avec une extrême réserve, en raison de son excessive toxicité. On ne l'avait pas encore administré à l'intérieur.

» J'ai déterminé et mesuré le pouvoir antiseptique du naphtol et son pouvoir toxique; et de cette double notion j'ai été amené à conclure que le naphtol mérite, pour certains objets, d'être préféré à tous les antiseptiques actuellement connus. Ce qui lui vaut cette supériorité, c'est sa très faible solubilité.

» Pour désinfecter une surface facilement accessible, les antiseptiques solubles suffisent et l'on n'a que l'embarras du choix; pour pratiquer l'antisepsie générale, il faudrait de toute nécessité un antiseptique soluble; mais on n'en possède pas encore qui puisse être introduit dans le sang à dose suffisante pour entraver la vie des microbes sans compromettre la santé ou la vie du malade.

» Pour l'antisepsie dans l'épaisseur d'un tissu ou pour celle des cavités difficilement accessibles, où l'on ne peut pas pratiquer des lavages continus, les antiseptiques insolubles, ou du moins difficilement solubles, peuvent seuls être employés avec avantage. Ils doivent être préférés pour le traitement interstitiel de certaines maladies de tissus, pour l'antisepsie des cavités séreuses, et surtout pour l'antisepsie du tube digestif que j'ai surtout en vue dans cette étude. Seul, un antiseptique insoluble, soustrait à l'absorption par son insolubilité, restera partout présent dans toute la longueur du tube digestif et pourra être administré à dose suffisante pour rendre impossible toute fermentation, sans qu'on ait à redouter son action générale sur l'économie dans laquelle son insolubilité l'empêche de pénétrer. Ce sont là les raisons qui m'avaient fait préférer le salicylate de bismuth et l'iodoforme; ce sont celles qu'a invoquées Rossbach quand il a appliqué la naphtaline à l'antisepsie intestinale.

» Le naphtol n'est soluble dans l'eau qu'à la dose de 0,2 pour 1000. On peut en dissoudre, par litre, $0^{gr},33$ dans l'eau contenant 1 d'alcool pour 1000; 1^{gr} dans l'eau contenant 50 d'alcool pour 1000; 2^{gr} dans l'eau contenant 200 d'alcool pour 1000. C'est dire que le naphtol est l'un des médicaments les plus insolubles.

» Quelle est sa valeur antiseptique? Je l'ai étudiée en cultivant onze microbes différents, comparativement dans des milieux nutritifs additionnés de naphtol en proportions variées, et en déterminant la proportion de naphtol qui retarde, entrave ou empêche le développement de chaque microbe, ou qui restreint ou supprime l'un de ses actes fonctionnels.

» A la dose de $0^{gr},33$ pour 1000 de substance nutritive, liquide comme les bouillons ordinaires, ou solidifiée par la gélatine ou par l'agar, le naphtol empêche complètement le développement des microbes de la morve, de la mammite de la brebis, du choléra des poules, du charbon bactéridien, du microcoque de la pneumonie et de deux organismes de la suppuration, le *Staphylococcus albus* et le *Staphylococcus aureus*.

» A la même dose, il retarde beaucoup le développement du bacille de la fièvre typhoïde dont les cultures restent très pauvres, et il entrave un peu la germination du bacille de la tuberculose. J'ajoute que l'urine agitée avec le naphtol en poudre, puis filtrée et exposée à l'air, ne fermente pas; que la matière fécale humaine, qui amène une putréfaction très rapide des liquides de culture, ne fait apparaître qu'un léger louche dans les bouillons additionnés de $0^{gr},40$ de naphtol par litre; que les matières organiques en pleine putréfaction, placées dans l'eau additionnée de

$0^{gr},20$ de naphtol par litre, cessent de se putréfier et perdent rapidement leur fétidité.

» J'ai pu rendre la démonstration plus précise et plus saisissante en cultivant, dans des milieux naphtolés, deux microbes qui sécrètent des matières colorantes. L'un est le bacille découvert par Gessart et qui fabrique la pyocyanine, l'autre est un microbe qui est peut-être nouveau et qui a été découvert par MM. Charrin et Roger dans l'intestin du lapin; il sécrète une matière verte d'une très belle fluorescence.

» Je soumets à l'Académie quatre tubes qui ont été ensemencés en même temps, il y a trois jours, avec la même quantité d'une même culture du bacille de la pyocyanine; chacun de ces tubes contient la même quantité de matière nutritive solidifiée par l'agar-agar. Le premier, qui n'est pas additionné de naphtol, montre une végétation abondante et s'est coloré dans toute son épaisseur, par la pyocyanine.

» Un second tube dont le contenu renferme $0^{gr},40$ de naphtol pour 1000 a donné une végétation moins étendue; mais, quoique le microbe y soit fort abondant, on peut voir qu'il n'a pas sécrété de pyocyanine.

» Dans un troisième tube qui a reçu $0^{gr},53$ de naphtol pour 1000, on distingue à peine quelques colonies de microbes qui n'ont pas donné de traces de pyocyanine.

» Dans un quatrième tube, enfin, qui a été additionné de $0^{gr},66$ de naphtol pour 1000, il n'y a pas la moindre apparence de végétation.

» Les cultures du microbe intestinal qui fournit le vert fluorescent donnent une démonstration aussi frappante.

» Dans le tube qui ne contient pas de naphtol, végétation abondante et fluorescence très marquée; à $0^{gr},40$ de naphtol pour 1000, végétation plus restreinte et fluorescence très faible; à $0^{gr},66$ de naphtol pour 1000, végétation presque nulle et absence totale de fluorescence.

» Ces deux derniers microbes sont, on le voit, plus résistants en présence du naphtol que les microbes pathogènes.

» Je fixe à $0^{gr},40$ pour 1000 la dose à laquelle le naphtol exerce d'une manière évidente son action antiseptique sur un microbe déterminé, le bacille pyocyanogène, qui m'a servi pour établir comparativement le pouvoir d'autres antiseptiques. Pour produire sur ce bacille la même action entravante, il faut, par litre de culture, $0^{gr},025$ de biiodure de mercure, substance réputée l'une des plus antiseptiques. Le biiodure de mercure est donc seize fois plus antiseptique que le naphtol. De la même façon, on arrive à établir que l'acide phénique l'est cinq fois moins, la créosote

quatre fois moins, etc. Il est bien entendu que ces chiffres, relatifs au pouvoir comparatif des diverses substances antiseptiques, ne sont valables que si l'on a fait agir ces substances, non seulement sur des microbes de même espèce, mais sur des microbes de même vitalité, puisés au même moment dans la même culture, et semés en même temps et en même quantité dans le même milieu nutritif qui sera ensuite soumis pendant le même temps à la même température.

» Le biiodure de mercure étant fort peu soluble et étant seize fois plus antiseptique que le naphtol, on pourrait croire qu'il mérite d'être préféré à ce dernier. Il le mérite assurément pour certains usages spéciaux, mais non pour l'antisepsie intestinale. En effet, en faisant ingérer à un lapin $0^{gr},015$ de biiodure de mercure, on peut parfois provoquer la mort, tandis que l'on n'arrive pas à produire ce résultat quand on ne fait pas ingérer une dose de naphtol supérieure à $3^{gr},80$ par kilogramme d'animal, ce que nous pouvons exprimer en disant que le naphtol, par la voie stomacale, est 253 fois moins toxique que le biiodure.

» Il en résulte que, si l'on administre le naphtol et le biiodure à des doses physiologiques équivalentes, c'est-à-dire capables de faire courir un même risque à l'animal, la dose de naphtol employée sera capable de stériliser quatorze à quinze fois plus de matière que la dose correspondante de biiodure ; ce qui revient à dire que le naphtol a une valeur thérapeutique quatorze à quinze fois plus grande que le biiodure.

» D'après ce qui précède, la dose de naphtol capable d'être toxique pour un homme de 65^{kg} serait voisine de 250^{gr}. Or $2^{gr},50$ de naphtol par jour suffisent pour réaliser l'antisepsie intestinale.

» Introduit sous la peau, le naphtol n'est guère plus dangereux ; $1^{gr},55$ en solution alcoolique saturée produisent l'albuminurie ; la mort résulte de l'injection de 3^{gr} par kilogramme d'animal.

» En présence d'une si faible nocuité de cette substance, on se demande comment a pu s'établir la légende de la toxicité du naphtol qu'on dit être capable de produire l'hémoglobinurie, les vomissements, les syncopes, les convulsions éclamptiques. Tout n'est pas faux dans ces accusations. Jamais chez les animaux, même chez ceux que j'ai réussi à tuer par l'énormité des doses, je n'ai observé l'hémoglobinurie ; mais j'ai pu produire, à l'aide de certains artifices, l'albuminurie, les secousses musculaires rythmées des pattes, des lèvres et des paupières, la salivation, le coma, la perte des réflexes oculaires, l'arrêt de la respiration et la mort avec conservation des mouvements du cœur. Mais jamais je n'ai obtenu le moindre

de ces effets quand je n'ai pas fait ingérer au delà de la dose quotidienne de $1^{gr},10$ par kilogramme. Il est vrai que ce qui empoisonne ce n'est pas ce que l'on ingère, c'est ce que l'on absorbe, c'est ce qui pénètre dans le sang. Or le naphtol introduit dans le sang à l'état de dissolution est toxique à peu près au même degré que la quinine et l'acide phénique.

» La difficulté est de faire cette introduction.

» Quand on injecte dans les veines périphériques une solution alcoolique de naphtol, la précipitation se fait immédiatement, et l'animal meurt d'embolies capillaires du poumon.

» Si l'on pratique l'injection par une veine intestinale de manière que les cristaux trouvent dans le foie des capillaires qui les empêcheront d'arriver jusqu'aux poumons, on produit une suppression plus ou moins considérable de l'action du foie, qui cesse de recevoir en totalité ou en partie le sang de la veine-porte, et les phénomènes se compliquent des accidents graves que produit la ligature de la veine-porte.

» Enfin, en dissolvant le naphtol dans l'alcool et en diluant par la glycérine, puis en ajoutant le mélange à l'eau chaude, j'ai pu injecter, avant refroidissement complet, des solutions au millième et même au centième. Les premières secousses convulsives se produisent à partir du moment où l'animal a reçu $0^{gr},05$ de naphtol par kilogramme. La mort arrive à $0^{gr},08$ par kilogramme.

» Dans le cours de ces essais de la toxicité du naphtol introduit à l'état de dissolution par la voie intra-veineuse, j'ai reconnu, ce qui est établi déjà pour un si grand nombre de substances toxiques, surtout depuis les travaux de M. Roger, que le foie diminue la toxicité du naphtol. Pour obtenir les mêmes effets physiologiques, il faut injecter dans la veine-porte une fois et demie ce qu'on injecte dans les veines périphériques. Ce fait s'explique facilement, le naphtol s'éliminant par les urines, en partie à l'état de naphtol sulfoconjugué, qui est fort peu toxique, et la combinaison sulfurée ayant lieu, suivant toute vraisemblance, dans le foie.

» Il restait à déterminer quels effets pourraient résulter de l'introduction, dans le tube digestif, du naphtol à l'état de dissolution.

» Une solution de naphtol au centième dans l'alcool, la glycérine et l'eau en telles proportions que l'action toxique ne puisse être imputable ni à l'alcool, ni à la glycérine, produit les phénomènes de l'intoxication, tels que je les ai décrits plus haut, quand on a fait ingérer plus de $0^{gr},40$ de naphtol par kilogramme, ce qui ferait 26^{gr} pour un homme de 65^{kg}. On voit que si la totalité des $2^{gr},50$ de naphtol qui suffisent pour réaliser chez l'homme

l'antisepsie intestinale venait à être dissoute dans le tube digestif et absorbée, le sang ne recevrait encore que la dixième partie de ce qui est nécessaire pour produire l'empoisonnement.

» Étant connus le pouvoir antiseptique du naphtol et son pouvoir toxique, on peut maintenant le comparer aux autres antiseptiques insolubles. Cette comparaison ressort du Tableau suivant :

	Dose antiseptique.	Dose unique toxique.	Dose quotidienne toxique.
	Pour 1000	gr	gr
Iodoforme	1,27	0,50	0,05
Iodol	2,75	2,17	1,24
Naphtaline	1,51	3,40	1,00
Naphtol β	0,40	3,80	1,10

» La conclusion est évidemment que le naphtol mérite d'être préféré aux autres antiseptiques insolubles, au moins pour réaliser l'antisepsie intestinale. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur un œil anal larvaire des Gastéropodes opisthobranches;* par MM. H. de Lacaze-Duthiers et G. Pruvot.

« Nous avons rencontré ([1]), chez tous les embryons d'Opisthobranches que nous avons examinés (Aplysie, Philine, Bulle, Pleurobranche, Doris, Eolidiens), un organe des sens, constant dans sa structure et ses rapports essentiels, en dépit de quelques variations, et qui ne semble pas avoir été signalé jusqu'ici. C'est un œil que sa taille relativement colossale (il atteint jusqu'à $\frac{1}{5}$ de la hauteur totale de l'embryon), son asymétrie et sa position singulière signalent particulièrement à l'attention.

» Chez la *Philine aperta*, où nous l'avons étudié plus particulièrement, un petit lobe, destiné à former l'intestin, se détache sur le côté droit du sac endodermique, vers la cinquantième heure. C'est à la même époque et juste au-dessus de lui, que quatre cellules ectodermiques, appartenant à la face ventrale de l'embryon, se soulèvent légèrement et commencent à se charger de fines granulations pigmentaires, du plus beau rouge carmin; leur ensemble dessine un croissant à ouverture dirigée en haut; dans sa concavité, une cinquième cellule ectodermique comme les précédentes, et d'abord

([1]) Laboratoire de Zoologie de Roscoff.

située sur le même plan, est destinée à donner naissance au cristallin. A cet effet, elle proémine de plus en plus, et son contenu acquiert peu à peu une riche coloration jaune sans rien perdre de sa transparence. Elle se laisse énucléer assez facilement à tous les stades du développement; on peut constater alors qu'elle est sphérique, de 15μ de diamètre, et qu'elle renferme seulement quelques granulations éparses dans un contenu homogène, sans qu'on puisse lui distinguer de noyau à l'état frais. Les quatre cellules périphériques complètent bientôt le cercle et remontent autour d'elle, de façon à ne laisser au sommet qu'un petit orifice pupillaire allongé transversalement. En même temps, elles s'aplatissent, s'allongent par leur extrémité profonde, qui s'enfonce dans l'intérieur du corps, et achèvent de se charger de pigment, qui leur communique maintenant une coloration noire absolument opaque.

» Une petite touffe de cils vibratiles apparaît alors sur le tégument, tout contre l'extrémité supérieure de l'œil, mais ne lui appartient pas; elle traduit au dehors le point où s'ouvrira l'anus.

» Au moment de l'éclosion, c'est-à-dire vers le sixième jour, l'œil anal est complètement formé; il est situé dans la concavité de la dernière anse intestinale et son extrémité supérieure qui porte l'ouverture pupillaire se trouve juste au niveau de l'anus, au point de jonction du repli palléal avec le tégument général du corps sur le côté droit. Sa forme est celle d'un ovoïde, légèrement étranglé en gourde vers le milieu. Le fond, moins fortement pigmenté que le reste, paraît présenter un orifice et est enchâssé par sa face interne dans un petit amas cellulaire, que des coupes favorables nous ont montré se continuer insensiblement avec le tégument ectodermique et que nous ne pouvons considérer que comme le rudiment du centre nerveux asymétrique. Des coupes longitudinales de l'organe montrent encore que le sac pigmentaire est occupé entièrement dans sa partie supérieure par le cristallin, tandis que sa moitié inférieure est tapissée par une couche relativement épaisse, finement ponctuée, représentant évidemment une rétine, au sein de laquelle sont noyées, dans la région gauche ou interne, soit une ou plus souvent deux petites cellules accolées, qui jouent peut-être un rôle ganglionnaire et doivent être en connexion avec la masse extra-oculaire précitée.

» Quoi qu'il en soit, on voit que cet organe présente toutes les parties essentielles d'un œil déjà hautement spécialisé; il est hors de doute qu'il a pour rôle de suppléer à l'absence d'yeux céphaliques, ceux-ci faisant défaut à la Philine à toutes les époques de sa longue vie larvaire libre.

» Mais il n'en est pas ainsi partout. Ainsi, chez la *Bulla hydatis*, l'œil anal, rendu inutile par la présence de deux yeux céphaliques bien développés, n'en existe pas moins avec les mêmes rapports et la même structure. Seulement, c'est un fait intéressant à remarquer, qu'il ne peut avoir ici aucun rôle fonctionnel à jouer. En effet, l'éclosion, qui est très précoce chez la Philine, est beaucoup plus tardive chez la Bulle, où elle ne s'accomplit pas avant le vingt-cinquième jour, et l'œil commence à s'atrophier bien avant que l'embryon ait abandonné l'œuf; il a même à peu près entièrement disparu quelques jours avant l'éclosion, c'est-à-dire avant le moment où il pourrait devenir utile. On ne trouve plus alors, à la place, que des traînées pigmentaires diffuses, rayonnant irrégulièrement autour d'un corps arrondi transparent qui est le reste du cristallin.

» Quelle est maintenant la signification morphologique de l'organe? L'un de nous a décrit, il y a longtemps déjà, à l'entrée de la cavité palléale chez les Pulmonés aquatiques, un *organe spécial,* fossette vibratile enchâssée dans un petit ganglion et qui a depuis été regardée comme un organe d'olfaction. Or, pendant la période embryonnaire, ses dimensions relatives et son importance sont beaucoup plus considérables que chez l'adulte, et l'on est ainsi conduit à le regarder comme étant essentiellement un organe larvaire. M. H. Fol (¹) l'a déjà rapproché, malgré la différence d'aspect, des bourrelets ciliés qui occupent la même place, présentent la même innervation et semblent avoir la même fonction chez les Ptéropodes et les Hétéropodes. Il nous semble évident que l'œil anal, avec sa position, son origine et ses connexions identiques, en est le représentant chez les Opisthobranches, les différences d'ordre physiologique n'impliquant nullement des valeurs morphologiques différentes.

» Il est à présumer que, l'attention une fois attirée sur ce fait, la présence d'un organe des sens, au voisinage de l'anus et à l'entrée de la cavité respiratoire, surmontant, au début, le rudiment du centre nerveux inférieur, ira se généralisant et deviendra la règle chez les Gastéropodes.

» Ajoutons que, chez la Philine, les otocystes se forment exactement de la même manière que l'œil, l'otolithe apparaissant le premier, et les cellules ectodermiques voisines se groupant autour de lui pour former la paroi de la vésicule auditive, qui ne s'enfonce que plus tard dans l'épaisseur du pied ; le ganglion pédieux apparaît ultérieurement, de chaque côté, comme

---

(¹) H. Fol, *Développement des Gastéropodes pulmonés* (*Arch. de Zool. expér. et générale*, 1880, t. VIII, p. 167.)

une petite masse coiffant le fond de la vésicule. De plus, il est de règle, chez les Gastéropodes, que les organes des sens précèdent l'apparition des ganglions qui leur correspondent, et les connexions de l'organe que nous décrivons viennent montrer que le centre inférieur se développe, comme les deux autres centres cérébroïde et pédieux, par une masse distincte isolée contre le fond d'un organe de sens ectodermique préformé. Seulement, à l'encontre des deux autres, il est, à l'origine, unilatéral : il justifie ainsi, de par l'embryogénie, le nom de *centre asymétrique* qui lui a déjà été assigné par l'un de nous, d'après des considérations tirées de l'étude de l'adulte. »

BOTANIQUE. — *Des diverses manières d'être mixtes des feuilles des Crucifères qui appartiennent à ce type;* par M. A. Trécul.

« Dans des Communications précédentes, j'ai dit que, dans certaines Crucifères, les feuilles sont exclusivement *basipètes* par la naissance des dents ou des lobes primaires, et par l'ordre d'apparition des vaisseaux des principales nervures latérales; j'ai dit aussi que, chez d'autres Crucifères, les feuilles sont *mixtes* morphologiquement et par l'ordre de développement de leurs premiers vaisseaux dans les nervures latérales principales. C'est de ces dernières feuilles que je veux parler aujourd'hui.

» Toutes les feuilles mixtes ne le sont pas de la même façon. Ces feuilles (les proprement dites et les bractées) ont, en effet, quatre manières de l'être par l'ordre d'apparition de leurs vaisseaux.

» *Ier mode.* — Il y a de chaque côté de la feuille, ai-je dit (*Comptes rendus*, t. CII, p. 1132), en bas, une série de nervures *basipètes*, formées par des rameaux des faisceaux latéraux longitudinaux, et correspondant à une série de dents ou de lobes basipètes comme elles; tandis qu'en haut, il y a, de chaque côté, une série de nervures principales *basifuges*, toutes insérées sur la nervure médiane, et correspondant à une série de dents principales basifuges aussi. Dans ce cas, la première nervure de la série basifuge, l'inférieure, correspond à la première dent primaire du même côté de la feuille. C'est là le mode mixte typique, en quelque sorte.

» Il y a, chez beaucoup d'espèces ou de variétés, des feuilles dans lesquelles la série des nervures principales, insérées sur la nervure médiane, est prolongée plus bas que l'insertion de la nervure qui correspond à la première dent primaire. Alors cette dernière nervure, qui, dans le Ier mode

mixte, ainsi que je viens de le dire, est le plus bas insérée sur la médiane, ne l'est plus. Il peut y avoir, au-dessous d'elle, une, deux ou plusieurs nervures, que j'appellerai *surnuméraires*, et qui correspondent chacune à une dent de la série basipète (à la deuxième de cette série, à la troisième, à la quatrième et quelquefois même à la cinquième ou à la sixième).

» Où l'on observe ce phénomène, deux cas se présentent, et ils constituent le II[e] et le III[e] mode d'apparition mixte des vaisseaux. Les voici :

» *II[e] mode.* — Les premiers vaisseaux des *nervures surnuméraires* y naissent de haut en bas sur la nervure médiane, après le premier vaisseau de la nervure qui correspond à la première dent primaire. Alors les nervures surnuméraires, au nombre de une, de deux ou de trois, placées au-dessous de la série basifuge, s'ajoutent à la série basipète, ou même très souvent la commencent; car elles peuvent avoir leur premier vaisseau avant les rameaux supérieurs du premier faisceau latéral longitudinal du même côté, par lesquels débute d'ordinaire la série des nervures basipètes, comme je l'ai indiqué en parlant du premier mode mixte.

» *III[e] mode.* — Ici, comme dans les deux modes précédents, naît d'abord de chaque côté du bas de la feuille, après les premiers vaisseaux de la nervure médiane, le premier vaisseau du premier faisceau latéral longitudinal, puis, un peu plus haut, apparaissent de bas en haut, sur la nervure médiane, les premiers vaisseaux des nervures *surnuméraires*, et ensuite, au-dessus, le premier vaisseau de la nervure qui correspond à la première dent primaire; enfin, plus haut encore, les vaisseaux de la série basifuge ordinaire.

» *IV[e] mode.* — Il est offert par des bractéoles étroites ou linéaires, dentées ou non, dans lesquelles naissent d'abord, à peu près en même temps, des vaisseaux de l'apicule et les premiers vaisseaux latéraux de la base. Ceux-ci sont souvent un peu en retard sur ceux du sommet. Les premiers vaisseaux de la région moyenne s'interposent ensuite : les uns de haut en bas, les autres de bas en haut ; parfois tous ces vaisseaux de la région moyenne sont intercalés de haut en bas, plus rarement à peu près tous de bas en haut. Quand il y a des dents, le vaisseau opposé à chacune peut y monter directement ; il arrive quelquefois que le premier vaisseau d'une nervure donnée commence dans la dent même et descend vers la nervure médiane. Quand il n'y a pas de dents, le premier vaisseau de chaque nervure latérale part de la nervure médiane, décrit une courbe

ascendante et va s'unir par son extrémité au vaisseau homologue placé au-dessus. Dans quelques-unes de ces nervures, le premier vaisseau commence dans le milieu : l'extrémité inférieure va à la nervure médiane, l'extrémité supérieure va à la nervure similaire située plus haut. Il est ainsi formé de grandes mailles à l'extérieur desquelles en sont produites de plus petites, etc. Dans certaines bractéoles, il naît, de chaque côté, un vaisseau qui descend de l'apicule, et en bas un vaisseau latéral longitudinal qui monte et va aboutir à celui qui descend. Ces vaisseaux font çà et là des sinus, desquels partent plus tard des vaisseaux obliques transverses, qui les unissent à la nervure médiane, etc. (*Brassica chinensis*, Pe-tsaï surtout, etc.) [1]. Je dois ajouter que souvent les plus petites bractéoles ont les premiers vaisseaux latéraux basipètes.

» Tels sont, très brièvement décrits, les principaux caractères des quatre modes mixtes d'apparition des premiers vaisseaux des feuilles de Crucifères que j'ai étudiées. Il convient de faire remarquer tout de suite qu'aucun des modes mixtes n'est exclusivement propre à toutes les feuilles d'une espèce ou d'une variété. Le type de formation basipète seul peut se rencontrer dans toutes les feuilles d'un même individu ou de la même espèce. Au contraire, dans les plantes dont les feuilles appartiennent au type d'apparition mixte des premiers vaisseaux, ces feuilles peuvent présenter un ordre de naissance différent, suivant que l'on examine les feuilles du bas de la plante, celles de la région moyenne, ou les plus voisines du sommet.

» J'ai déjà dit que toute feuille du type morphologique mixte commence par être basipète, c'est-à-dire que les premières dents qui naissent sur les côtés de la lamelle initiale, apparaissent près du sommet de celle-ci, et qu'il en naît ensuite, successivement de haut en bas, un nombre variable, avant qu'aucune dent ne se montre au-dessus de la première dent latérale primaire. Cependant, la première dent qui s'interpose au-dessous de la grande dent terminale est assez souvent très précoce, ainsi que les premières dents secondaires qui s'intercalent de haut en bas aux dents primaires basipètes.

---

(1) Beaucoup de feuilles et de bractées jeunes du Pe-tsaï ont le premier faisceau latéral longitudinal prolongé dans la première dent primaire et en constituent la nervure médiane ; mais très souvent aussi l'extrémité de ce faisceau latéral longitudinal monte seulement dans le côté inférieur de cette première dent primaire. Cet état existe tantôt d'un seul côté de la feuille, tantôt des deux côtés à la fois. Le même fait se présente assez rarement dans les autres Crucifères examinées.

» Tout cela se montre dans les feuilles inférieures des plantules nées de la germination. Il arrive parfois que la première feuille apparue entre les cotylédons est tout à fait basipète; elle n'a que quelques dents nées de haut en bas, et les premiers vaisseaux latéraux apparaissent dans le même ordre, à droite et à gauche de ceux de la nervure médiane, qui sont toujours formés d'abord. Par conséquent, les premiers vaisseaux latéraux commencent dans l'apicule vasculaire de la dent terminale, ou bien, très fréquemment, c'est le premier vaisseau de la première nervure latérale, insérée sur la médiane et opposée à la première dent primaire de chaque côté, qui d'abord est produit. Il s'en forme un autre un peu plus bas, dans la nervure opposée à la deuxième dent basipète. Ces deux premiers vaisseaux se prolongent ordinairement dans la dent qui leur correspond; mais parfois, chacun faisant une courbe ascendante, va s'unir : le premier au vaisseau qui descend de l'apicule, tandis que le second va s'allier par son extrémité à la courbe formée par le précédent. Alors il naît dans chaque dent un premier vaisseau médian longitudinal, qui va aboutir au vaisseau courbe qui lui est opposé (Radis noir, etc.). Ce n'est qu'un peu plus tard que se montre, en bas de la jeune feuille, le premier vaisseau de chaque premier faisceau latéral longitudinal. Il peut donc y avoir, tout au bas de la plantule, des feuilles simplement basipètes (Navet des Sablons, Navet des Vertus, Radis noir, Radis rose d'hiver de Chine, Chou de Milan court-hâtif, etc.). Il n'en est pas partout ainsi. Dans quelques plantules dont le nom est à vérifier, ce sont les premiers vaisseaux latéraux longitudinaux qui apparaissent d'abord, avant tous les autres vaisseaux latéraux, au bas des premières feuilles des plantules. Suivant la règle dans le type mixte, le premier vaisseau latéral longitudinal naît avant tous les vaisseaux insérés sur la nervure médiane; mais quelquefois il apparaît le dernier de ceux des nervures latérales primaires, même après ceux des nervures surnuméraires, quand il y en a. Dans le Pak-choi, etc., la première feuille de quelques plantules n'avait de vaisseau que dans la nervure médiane, avec un premier vaisseau de chaque côté de celle-ci, dirigé vers la première dent primaire. D'autres jeunes feuilles avaient en outre, en bas, d'un seul côté ou des deux côtés, le premier vaisseau du premier faisceau latéral longitudinal, encore court. La troisième feuille d'une autre plantule avait, en haut, insérée sur la nervure médiane, une première paire de vaisseaux dirigés vers la première dent primaire de chaque côté, en bas, le premier vaisseau de chaque premier faisceau latéral longitudinal; entre ces deux paires de vaisseaux d'en haut et d'en bas,

étaient ébauchées, de chaque côté, deux nervures surnuméraires, mais la supérieure seule avait un vaisseau, l'inférieure de chaque côté n'en avait pas encore. Dans la troisième feuille d'une autre plantule, une seule nervure surnuméraire était ébauchée de chaque côté; mais celle de gauche seule avait un vaisseau. Le vaisseau de chacun des faisceaux latéraux longitudinaux montait plus haut que dans les feuilles précédentes. Enfin, dans une cinquième et dans deux sixièmes feuilles d'autres plantules, il n'existait pas de nervures surnuméraires. Le premier vaisseau de chaque premier faisceau latéral longitudinal montait plus haut encore et devait se terminer dans la deuxième dent basipète, au-dessous de la première dent primaire. Plus haut, il n'y avait pas encore de vaisseaux sous les dents basifuges ébauchées. Cela amène au premier mode mixte, qui existe dans les feuilles plus haut placées.

» Le 1er mode mixte est réalisé à des hauteurs diverses, suivant les espèces, les variétés ou même les individus. Il l'est très souvent à partir de la cinquième à la quatorzième feuille. Les feuilles appartenant à ce 1er mode mixte occupent, sur la tige, un espace plus ou moins étendu (*Raphanus niger* d'hiver gros long; *Brassica chinensis* var. Pak-choi; Chou-navet blanc et Chou-navet jaune; Navet du Palatinat, Navet gros long d'Alsace, Rave d'Auvergne à collet rouge, etc.). Mais des feuilles supérieures ou des bractées de plantes pourvues d'une très jeune inflorescence peuvent avoir une ou deux nervures surnuméraires de chaque côté (Navet gros long d'Alsace, Navet des Vertus, *Raphanus sativus*, etc.).

» Dans les feuilles du jeune Chou de Milan petit hâtif d'Ulm, encore sans inflorescence, c'est le 2e mode mixte qui paraît dominer. De ces jeunes Choux, ayant de 23 à 30 feuilles pourvues de vaisseaux, ont présenté çà et là une feuille du 1er mode mixte interposée à des feuilles du 2e mode mixte. Une feuille de ce Chou d'Ulm cité a offert, ainsi intercalée, une série de trois feuilles (les 16e, 17e et 18e) du 1er mode mixte. Chez le Chou quintal, avec une disposition intercalaire analogue, les feuilles du 1er mode mixte sont plus nombreuses. — Le Chou cœur-de-bœuf et autres Choux cabus portent des feuilles du 1er, du 2e et du 3e mode mixte. Dans quelques feuilles de ce Chou cœur-de-bœuf, les premiers vaisseaux des nervures insérées sur la médiane sont nés exceptionnellement, d'un côté de haut en bas, de l'autre côté de bas en haut.

» Les bourgeons axillaires ont, à leur base, tantôt des feuilles du 1er mode mixte, tantôt des feuilles du 2e mode mixte. Dans le Chou-navet blanc et dans le jaune, j'ai vu en bas deux et trois feuilles du 1er mode

mixte, et jusqu'à six feuilles du même mode en bas des bourgeons du Navet du Palatinat. Dans la Rave d'Auvergne à collet rouge, certains bourgeons ont les feuilles inférieures du 1er mode mixte; d'autres bourgeons ont la première et la deuxième feuille souvent du 2e mode mixte, et au-dessus sont des feuilles du 1er mode. Un autre bourgeon avait les deux feuilles d'en bas du 2e mode mixte et la troisième feuille du 3e mode. Le 3e mode mixte fut observé fréquemment aussi dans la troisième feuille de bourgeons axillaires du Radis rose, rond, à bout blanc et dans la première feuille de bourgeons du Chou cœur-de-bœuf.

» Le Chou-fleur donne un très bel exemple du 3e mode mixte. Sur la lamelle initiale de la feuille, il est formé, de chaque côté, près du sommet, deux ou trois dents rudimentaires; puis, un peu au-dessus de la base de la lamelle, apparaissent, aussi de chaque côté, les rudiments de deux fortes dents à développement anticipé. D'autres dents s'interposent basipètement entre les dents d'en haut et ces deux grandes; enfin, quelques dents basipètes naissent au-dessous des deux dents anticipées qui, toutefois, peuvent manquer. Après les premiers vaisseaux de la nervure médiane est formé à distance, de chaque côté, le premier vaisseau du premier faisceau latéral longitudinal; et, à une certaine hauteur, sur chaque côté de la nervure médiane, naît de bas en haut une série de deux à six premiers vaisseaux de nervures dirigées vers les dents primaires de plus en plus haut placées; en sorte que les dents, qui sont en séries basipètes, et les vaisseaux des nervures insérées sur la médiane, qui sont en séries basifuges, apparaissent en sens inverse; les dents les plus âgées correspondent à de jeunes vaisseaux, et les vaisseaux les premiers nés à de jeunes dents. Les inférieures de ces nervures étant situées *plus bas* que la première dent primaire, de chaque côté, sont des *surnuméraires*, et, *comme elles naissent de bas en haut*, ainsi que les quelques nervures de la série basifuge placée au-dessus, et que les vaisseaux qui desservent le bas de la feuille, apparaissent de haut en bas, l'ensemble des nervures principales constitue un très bel exemplaire du 3e mode mixte.

» Obligé d'être bref, je ne dirai rien de plus de la série des nervures basipètes, formées par des rameaux des faisceaux latéraux longitudinaux de chaque côté, si ce n'est que les deux grandes dents, à naissance anticipée, correspondent à des rameaux du deuxième faisceau latéral longitudinal.

» Les bractées du Chou-fleur ont des figures diverses. Les inférieures sont

longues, sagittées ou lancéolées. En montant sur les axes d'inflorescence, les bractées s'atténuent graduellement et perdent leurs dents. La première dent primaire de chaque côté est celle qui persiste ordinairement le plus; ces deux premières dents sont souvent seules, à l'état rudimentaire, près du sommet de l'acumen des jeunes bractées. A des hauteurs variables sur l'axe, on trouve des bractées dont l'acumen ne s'est pas développé, et qui restent cordiformes ou réniformes; parmi elles, il y en a dont les dents sont très régulièrement basipètes. Quelques-unes de ces bractées anomales les plus petites deviennent peltées en unissant leurs bords inférieurs en avant, au-dessus de l'insertion de la foliole.

» Les plus grandes bractées sont, comme les feuilles, du 3e mode mixte. Dans ces bractées, le premier faisceau latéral longitudinal de chaque côté monte très haut, de façon que les nervures basifuges, insérées sur la nervure médiane, tiennent relativement peu de place dans la partie supérieure de l'organe; en effet, dans une bractée haute de 3 à 5 centimètres, les nervures insérées sur la médiane peuvent n'occuper qu'une hauteur de 7 à 8 millimètres; tandis que dans les petites bractées situées plus haut, les nervures insérées sur la médiane occupent toute la hauteur de la foliole. C'est que, dans les bractées placées de plus en plus haut sur l'axe, les faisceaux latéraux longitudinaux se raccourcissent peu à peu, puis disparaissent successivement, en commençant par les plus externes, qui sont les plus courts, et finissant par le plus interne qui est le plus long et le plus âgé. Pendant que ces faisceaux se raccourcissent graduellement et disparaissent du bas de l'organe, les nervures insérées sur la médiane descendent de plus en plus bas, et à la fin occupent toute la longueur de la bractéole. Ces petites bractées appartiennent exclusivement au système des nervures basifuges.

» Il est bien entendu que je ne puis donner ici, bien succinctement, qu'un aperçu des lignes principales de mon sujet. »

THERMODYNAMIQUE. — *Remarques sur un principe de Physique, d'où part M.* Clausius *dans sa nouvelle théorie des moteurs à vapeur;* par M. **G.-A. Hirn.**

« Dans la troisième édition de sa *Théorie mécanique de la Chaleur*, dont la traduction en français par MM. Folie et Ronkar vient de paraître à Mons, M. Clausius a consacré un Chapitre étendu à l'application de la Thermodynamique à la théorie de la machine à vapeur. Dès le troisième

paragraphe de ce Chapitre, l'auteur indique le point de vue où il se placera :

» Comme on a l'habitude de le faire, nous considérerons le cylindre comme une enveloppe imperméable à la chaleur et nous négligerons donc l'échange de chaleur qui a lieu entre les parois du cylindre et la vapeur pendant chaque coup de piston.

» Lorsqu'un mathématicien comme M. Clausius aborde une question, on a l'espoir fondé de le voir arriver à des résultats utiles et intéressants, alors même que le point de départ de son analyse serait devenu insoutenable. Bien que l'énoncé ci-dessus aille droit contre l'évidence des faits, bien qu'il nous ramène de quarante ans en arrière, en Physique-Mécanique appliquée, je me serais gardé de faire publiquement aucune réflexion critique, si un motif sérieux ne m'avait interdit le silence.

» Dans les derniers temps, de vives discussions se sont produites relativement au degré d'exactitude de cette hypothèse. Hirn et Hallauer ont exécuté des essais sur des machines à vapeur et ont conclu des résultats que l'échange de chaleur qui a lieu pendant un coup de piston entre les parois du cylindre et la vapeur est trop considérable pour pouvoir être négligé. La manière dont ils ont tiré leurs conclusions donne lieu, ainsi que l'a montré Zeuner dans deux Mémoires détaillés, à des doutes si sérieux, que l'on ne peut accorder aucune confiance au résultat qu'ils en ont déduit. En outre, si même on voulait admettre que l'échange de chaleur est plus grand qu'on ne doit s'y attendre en raison de la courte durée du coup de piston, on ne pourrait aujourd'hui y avoir égard d'une manière générale et certaine, car le phénomène est, à cause de la variation rapide de la température, trop compliqué et de nature trop différente pour différentes machines; par exemple, le fait que le cylindre a ou n'a pas d'enveloppe à vapeur doit avoir une influence considérable....

» On voit que je me trouve impliqué directement dans la question, avec un ami qui n'est plus là pour se défendre. Le silence, quand il s'agit d'un Ouvrage considérable comme le sont la plupart de ceux de M. Clausius, pourrait sembler un acquiescement tacite de ma part. Or je n'ai aucune raison, bien loin de là, pour changer d'opinion quant aux conclusions à tirer des recherches difficiles et pénibles qui ont occupé la première moitié de ma carrière scientifique. Je puis me permettre d'ajouter que les Ingénieurs nombreux qui, en Angleterre et aux États-Unis notamment, ont continué sur une grande échelle mes recherches, en appliquant ma méthode calorimétrique, se sont ralliés à peu près tous à nos conclusions. Je pouvais légitimement regarder comme définitivement terminée ce que les Ingénieurs américains ont nommé, sous forme demi-plaisante, demi-sérieuse, la *Célèbre bataille Hirn-Zeuner :* l'éminent mathématicien dont le

nom est ici joint au mien n'ayant su, au point de vue de la saine Physique, réfuter aucun de nos arguments.

» Puisque je m'y vois forcé, je reprendrai la question *ab ovo* et sous la forme la plus élémentaire possible.

» Lorsqu'on étudie expérimentalement une machine à vapeur à détente et à condenseur, dont le cylindre, *sans enveloppe à vapeur*, est protégé autant qu'il est possible contre les pertes de chaleur externes, voici ce que l'on observe :

» 1° Entre la pression dans la chaudière et la pression dans le cylindre pendant l'admission, il y a toujours une différence en moins, qui dépend de la section des conduites de vapeur et des lumières d'admission, mais qui, toutes choses égales, dépend aussi du phéuomène suivant :

» 2° Pendant la période d'admission, il se fait toujours une condensation de vapeur plus ou moins énergique, et lorsque, partant de la pression au cylindre pendant l'admission et du volume engendré par le piston, on calcule, à l'aide des Tables actuelles de la Thermodynamique, le poids de vapeur dépensé, on trouve toujours une dépense moindre que celle que relève l'expérience. La différence peut, selon les circonstances, aller de 10 à 40 pour 100.

» 3° Jamais la courbe relevée pendant la détente avec l'indicateur ne répond à celle que donnerait la vapeur sans addition de chaleur.

» 4° Le travail total donné par la machine est toujours autre que celui que l'on obtient par un calcul théorique *a priori*.

» 5° La quantité de chaleur retrouvée au calorimètre à la sortie de la machine répond exclusivement, comme il en doit être, à la valeur du travail total produit et ne dépend en rien des phénomènes particuliers qui peuvent se passer dans le cylindre.

» 6° Lorsque le cylindre de la même machine est muni d'une enveloppe à vapeur, protégée d'ailleurs elle-même contre les refroidissements externes, les phénomènes énumérés dans les quatre premiers paragraphes précédents sont modifiés profondément. J'avais trouvé, dès le début de mes travaux, et Combes l'avait trouvé avant moi, que, pour une même dépense de vapeur, le travail rendu par la même machine croît de plus de 20 pour 100 lorsqu'elle marche avec enveloppe à vapeur (chemise de Watt). M. Donkin, ingénieur à Londres, a eu récemment l'obligeance de me soumettre un Tableau manuscrit portant le résultat de plus de deux cents expériences sur les machines les plus diverses connues. Il découle de ce Tableau que le travail rendu, à égalité de dépense de vapeur, peut croître

entre des limites de 10 à 35 pour 100 par l'action de l'enveloppe. M. Clausius reconnaît lui-même que l'action de l'enveloppe doit être considérable; mais il ajoute de suite qu'elle ne saurait encore être évaluée *a priori*. Cette action est connue depuis plus de trente ans comme fait; et c'est de par la théorie purement mathématique, s'entend, qu'elle a été niée depuis tout autant d'années.

» De tout ce qui précède, il résulte bien positivement qu'il ne peut pas exister de théorie proprement dite de la machine à vapeur. Aucune de celles qui ont été produites sous ce nom jusqu'ici n'est apte à nous dire, à 40 pour 100 près, sans expérience préalable, ce que doit consommer de vapeur tel ou tel système donné. Aucune ne mérite réellement le nom de théorie.

» Quelle est l'origine, quelle est la cause réelle des divergences si considérables qui se manifestent entre les théories élaborées dans le cabinet de l'analyste et les résultats effectifs que donnent les expériences bien faites sur la machine à vapeur? C'est ici l'unique question à poser et à débattre; c'est elle seule qui a donné lieu à la discussion entre M. Zeuner, Hallauer et moi, à laquelle fait allusion M. Clausius. Voici les deux explications proposées.

» I. La réponse que j'avais donnée dès l'abord, et puis avec de plus en plus d'insistance, c'est que les parois des cylindres jouent le rôle de magasins de chaleur, à peu près comme le volant joue celui de magasin de travail; qu'elles prennent et restituent d'une manière utile ou nuisible ce qu'elles reçoivent de la chaudière. Pendant la période d'admission, la vapeur, se trouvant en contact avec un métal plus froid qu'elle, se condense partiellement et les parois s'échauffent; quand la détente commence et que la température de la masse gazeuse tend à diminuer, l'eau, ruisselant sur les parois désormais plus chaudes qu'elle, s'évapore partiellement, en donnant du travail; quand la vapeur se précipite au condenseur, la température baissant tout d'un coup considérablement, tout le restant de l'eau ruisselant sur les parois s'évapore et refroidit ainsi le métal, qu'est obligée de réchauffer la vapeur d'admission du coup de piston suivant. C'est cette dernière perte que j'ai, avec tous les observateurs après moi, nommée *refroidissement au condenseur*. Elle peut devenir énorme dans certains cas, et c'est sa réduction qui constitue la supériorité la plus essentielle d'une machine sur une autre.

» II. Partant de cette assertion, rendue de plus en plus insoutenable par les progrès de la Physique expérimentale, que les échanges de chaleur

entre les parois et la vapeur ne peuvent avoir lieu en raison de la trop courte durée des coups de piston, M. Zeuner, sans contester absolument l'effet des parois, dit qu'il doit être infiniment moindre que nous ne le supposons; et aux parois considérées comme magasins de chaleur il substitue une provision d'eau qui se trouverait toujours dans le cylindre et qui recevrait et rendrait alternativement la chaleur amenée par la vapeur admise.

» Que, algébriquement, on puisse ainsi substituer de l'eau au fer comme réservoir positif et négatif de chaleur, c'est ce qui saute aux yeux sans qu'il soit nécessaire de recourir à l'analyse. En faisant quelques légères modifications dans les équations chargées de traduire les faits, on pourrait substituer à l'eau du sable en poussière impalpable, du mercure, etc. Mais il s'agit ici d'une question de Physique et non de Mathématiques.

» Est-ce le fer des parois ou est-ce une provision hypothétique d'eau, *variable d'une machine à l'autre*, qui jette ainsi un trouble profond dans nos équations de cabinet et qui, chose tout aussi grave, peut altérer de 40 pour 100 le rendement d'une machine? — Je commence par faire remarquer que, si la seconde explication était correcte, la théorie n'en serait guère plus avancée, car il ne serait pas plus possible de dire à l'avance quelle quantité d'eau se trouvera à poste fixe pour nuire au rendement économique de telle ou telle machine. A un point de vue tout pratique, la solution de la question est au contraire de la plus haute importance, car les moyens à employer pour éliminer l'eau seraient nécessairement autres que ceux à employer pour empêcher l'action des parois de devenir nuisible. Discutons donc la question au point de vue de la Physique expérimentale moderne.

» 1° Lorsque, dans un réservoir de cuivre (ou autre métal) d'une quarantaine de litres ou plus de capacité, muni d'un manomètre à aiguille (Bourdon), on allume par l'étincelle électrique un mélange de 100 d'air et de 42 d'hydrogène, la combustion étant presque *instantanée* (Berthelot), l'aiguille du manomètre est chassée avec violence en avant; mais, en dépit de la vitesse acquise, elle n'atteint jamais même la moitié du chiffre répondant à la pression qui devrait se produire et elle recule presque aussi vite qu'elle s'était avancée, tant le refroidissement est rapide.

» 2° Lors de l'apparition de la machine à gaz de Lenoir, j'ai donné au *Cosmos* (1860) de l'abbé Moigno une théorie des effets de ce moteur, tout en avertissant expressément le lecteur que cette théorie ne pouvait être qu'une approximation, en raison de l'action refroidissante des parois des

cylindres. Et c'est ce que l'expérience a pleinement vérifié; ma théorie donnait un surplus d'effet utile de près de 50 pour 100. Il n'y a pourtant ici aucune provision d'eau en jeu, et c'est même en projetant de l'eau au cylindre à chaque admission que M. Hugon est parvenu à améliorer le rendement de ces machines.

» 3° Les belles expériences de M. Witz (à Lille), tout comme celles que j'ai publiées récemment, montrent que les gaz en mouvement changent de température avec une excessive rapidité par leur contact avec des surfaces métalliques à une autre température.

» 4° Lorsqu'une machine à un cylindre, à détente et à condenseur, mais sans enveloppe à vapeur, marche d'abord avec vapeur saturée et puis avec vapeur surchauffée de 80° (environ) au-dessus de son point de saturation, on constate, d'une part, que le travail rendu s'accroît et, d'autre part, que la dépense en vapeur diminue. Les deux effets réunis peuvent conduire à une économie de 30 pour 100, toutes choses égales d'ailleurs. Ces faits ont été niés de par toutes les théories *a priori*, car aucune théorie ne pouvait les expliquer à l'avance. La raison de l'accroissement de travail est très simple : par suite de la diminution de densité, les passages de vapeur, les lumières d'admission, etc., deviennent en quelque sorte plus grands *relativement;* la pression, pendant l'admission, et le travail d'admission s'accroissent donc. Mais pourquoi la dépense diminue-t-elle? On aurait pu croire que ceci relève aussi de l'accroissement du volume spécifique de la vapeur et de sa diminution de densité. Toutes les théories l'affirmaient, et je l'avais cru d'abord. Il n'en est nullement ainsi. Pendant la période d'admission, la vapeur surchauffée *tombe au point de saturation* dans le cylindre, *elle perd instantanément* ses 80° de surchauffe. Il n'y a pourtant pas d'eau présente ici. L'économie considérable de vapeur (et de combustible), due à l'application de la vapeur surchauffée à une machine sans enveloppe, dérive uniquement de ce que, par suite de l'échauffement des parois qu'elle détermine, il ne se condense point d'eau pendant l'admission et il n'en *ruisselle pas sur les parois pendant la condensation :* le refroidissement au condenseur est ainsi presque annulé.

» 5° Dans les condenseurs à surface des machines de marine, c'est le contact du métal uniquement qui produit la condensation. Nos machines ordinaires, dont le condenseur est plongé dans une bâche d'eau froide, peuvent marcher sans aucune injection d'eau, quand on réduit suffisamment le travail et, par suite, la dépense de vapeur. On objectera qu'en ces cas la surface métallique est énorme, relativement. Sans doute, mais l'effet

à produire est énorme aussi : la presque totalité de vapeur présente au cylindre devant se condenser en moins d'un centième de seconde, et sa température devant baisser de plus de 120°!

» 6° Tous les soigneurs de pompe intelligents savent à quels dangers ils s'exposent lorsque, leur machine (supposée sans enveloppe) étant froide ils lui donnent trop rapidement sa vitesse. L'eau condensée alors *en masse*, pendant l'admission, n'a plus le temps de s'échapper quand le piston arrive au bout de sa course, et l'impulsion acquise par le volant détermine infailliblement la casse de parties importantes de la machine. Des milliers d'accidents de ce genre n'ont pas eu d'autre origine.

» 7° Les extrémités, supérieure et inférieure, des cylindres sont toujours à une température de près de 30° au-dessous de celle de la vapeur admise. Pourquoi donc en serait-il ainsi, si les parois ne cèdent rien intérieurement pendant la détente et la condensation, et si c'est une provision d'eau qui joue complaisamment le rôle de magasin de chaleur?

» 8° Ce que j'ai dit de la manière d'agir de la vapeur surchauffée rend parfaitement compte de l'action de l'enveloppe à vapeur (chemise à vapeur de Watt). Les parois externes des cylindres étant tenues par la vapeur de l'enveloppe à une température élevée, les parois internes que lèche le piston arrivent aussi, par la conductibilité du métal, à une température plus élevée. Il s'y condense donc moins de vapeur que quand l'enveloppe fait défaut, et l'action désastreuse de l'eau, autrement présente sur les parois pendant la condensation, est évitée, du moins en grande partie. Les deux remarques suivantes nous montrent qu'il en est bien réellement ainsi :

» 1° Quelques constructeurs ont eu la malheureuse idée de faire arriver la vapeur à l'enveloppe par un conduit spécial et de conduire directement la vapeur de la chaudière au tiroir d'admission, au lieu que, dans une construction rationnelle, toute la vapeur dépensée doit toujours passer d'abord par l'enveloppe, ainsi, d'ailleurs, que l'avait établi Watt. Dans ces conditions, l'enveloppe ne donne pas même la moitié de l'économie obtenue quand toute la vapeur la traverse. Il y a pourtant évidemment plus d'eau amenée *artificiellement* dans les cylindres dans ce dernier mode de construction; mais, tout aussi évidemment, la vapeur stagnante dans l'enveloppe chauffe moins les parois que la vapeur en mouvement.

» 2° En mesurant la quantité de vapeur qui se condense continuellement dans une enveloppe, j'ai pu, il y a fort longtemps, déterminer la valeur de la chaleur cédée effectivement par les parois à la vapeur qui se détend.

» De l'ensemble des faits précédents, il découle : 1° que la rapidité des

coups de piston n'est aucunement un obstacle à l'effet des parois; 2° que cet effet existe bien réellement avec toute l'intensité que je lui avais attribuée dès l'origine de mes travaux et qu'ont pu constater depuis tous ceux qui étudient la machine à vapeur directement; 3° et enfin, que toute théorie qui ne sait ou qui ne veut tenir compte de cette action des parois ne peut conduire qu'à des résultats à peine approximatifs, sans utilité pratique réelle.

» Au point de vue pratique, une conclusion tout aussi importante est à tirer de ce qui précède. Il y a une quarantaine d'années, les meilleures machines à vapeur consommaient plus de 12^{kg} de vapeur par heure et par cheval; bien plus récemment encore, quelques-unes, pour la construction desquelles on avait pris trop au pied de la lettre les conseils des théoriciens de cabinet, allaient à 16^{kg}. Peu à peu, et aujourd'hui à peu près généralement, cette consommation de vapeur a été abaissée à 10^{kg}, et dans des cas particuliers, assez nombreux pourtant, à 8^{kg}. D'où dérivent ces progrès? De ce que, sciemment ou insciemment, les constructeurs sont parvenus, par la disposition convenable des enveloppes à vapeur, des conduites et des lumières d'admission, etc., etc., à diminuer l'action nuisible des parois, et finalement à la changer en une action utile. Les travaux des chercheurs alsaciens, attaqués en ma personne et en celle de Hallauer par M. Zeuner d'abord et rejetés même sans discussion par M. Clausius, mais admis aujourd'hui par tous les praticiens sans exception, auront été ainsi le point de départ d'un progrès considérable en Mécanique appliquée. C'est ce que se sont plu à constater déjà les Ingénieurs anglais et américains qui ont bien voulu suivre le sentier ouvert par nous. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la congélation des cidres.* Note de M. G. Lechartier.

« Trois questions se posent, relativement à l'action du froid sur le cidre : 1° le froid modifie-t-il le cidre, dans son arôme, sa saveur et sa limpidité? 2° De quelle nature sont les produits obtenus en employant la congélation pour concentrer certains cidres légers? Cette opération peut-elle s'effectuer sans perte sensible de matière? 3° Les ferments sont-ils détruits par un froid suffisamment prolongé et le cidre ainsi traité peut-il se conserver à l'abri de toute modification ultérieure?

» Dans toutes nos expériences, nous avons soumis le cidre à l'action

d'un froid de 18° à 20° au-dessous de 0°, produit par un mélange de glace et de sel marin. Une portion du liquide se congèle rapidement et sa température descend à — 3° ou — 4°. Lorsque l'on juge que la quantité de glace formée est suffisante, on arrête l'action du froid et on laisse écouler le liquide non congelé, tandis que l'on retient la glace dans le vase qui contenait le cidre.

» Au début, on recueille un liquide riche en couleur, dont la densité est bien supérieure à celle du cidre primitif. Cette densité ne varie guère pendant tout le temps que la masse des cristaux se maintient à une température inférieure à 0°. Lorsque la glace commence à entrer en fusion, l'eau produite déplace le cidre concentré qui imprègne encore les cristaux de glace et effectue complètement le clairçage de la masse solide. La densité du liquide qui s'écoule diminue alors peu à peu, pour atteindre enfin celle de l'eau pure. On partage facilement, à l'aide du densimètre, les liquides qui s'écoulent, en cidres de richesse comprise entre des degrés déterminés.

» En prolongeant l'action du froid, ce qui a pour effet d'accroître la quantité de matière congelée, en ralentissant le réchauffement des liquides et la fusion partielle de la glace, on fait varier à volonté la densité et la richesse des cidres obtenus. Les cristaux de glace que l'on sépare donnent par leur fusion un liquide presque incolore, marquant 1000 au densimètre et ne contenant que 0,3 pour 100 d'alcool.

» Voici les résultats obtenus, en traitant 12^{lit} de cidre contenant 4 à 5 pour 100 d'alcool et dont la densité était comprise entre 1008 et 1012 :

	Première opération.		Deuxième opération.	
Produits séparés.	Densité.	Volume.	Densité.	Volume.
		lit		lit
Cidre........	1017	6,25	1020	4,50
Cidre........	1013	1,00	1016	1,50
Cidre........	»	»	1010,5	1,50
Eau.........	1000	4,75	1000	4,50

» Ces cidres concentrés contenaient 7 à 8 pour 100 d'alcool et 60^{gr} à 80^{gr} d'extrait sec par litre, c'est-à-dire qu'ils avaient la composition des cidres les plus riches de la Normandie.

» Ces cidres, mis en bouteille, ont été conservés à la cave. Dégustés quelques mois après, ils ont été trouvés bons et corsés : par leur couleur foncée, leur force et leur saveur, ils se différentiaient peu des produits des meilleurs crus de Normandie. Ces résultats ont été confirmés dans deux

séances de dégustation, qui ont eu lieu dans les concours de l'Association Pomologique de l'Ouest, à Versailles et au Havre.

» Les résultats ainsi obtenus sont tout différents de ceux que produirait une addition de sucre aux moûts. L'addition de sucre a seulement pour effet d'élever le titre en alcool. Par la congélation, on concentre tous les principes provenant de la pomme, en même temps que la saveur et l'arome. Il est même un degré de concentration qu'il ne faut pas dépasser, et l'on ne doit opérer que sur des cidres parfaitement nets de goût, ne possédant aucune saveur spéciale, un peu prononcée, de terroir ou autre. On concentre tout, qualités et défauts, et il ne faut pas que ces derniers deviennent assez apparents pour diminuer la valeur de la liqueur obtenue.

» Nous ne saurions traiter ici la question économique; mais ce que nous devons dire, c'est que l'industrie possède les moyens de produire de la glace, que ces procédés sont employés dans les brasseries, que les appareils n'auraient à subir que des modifications peu importantes pour être appliqués à la congélation des cidres, et, enfin, que des cidres relativement légers, et de saveur agréable, prennent ainsi des qualités qui leur donnent une plus-value considérable.

» Quant à la question de la destruction des ferments, nous dirons tout d'abord que les cidres congelés au mois de mai, dans les conditions précédentes, étaient en pleine fermentation le 10 septembre suivant. Cette première constatation est insuffisante. Pour fournir des résultats concluants, il était nécessaire : 1° que la totalité du liquide et toutes les parties du vase qui le contenaient fussent maintenues, pendant le même temps, à la même température; 2° que le liquide, après congélation, ne fût pas mis en contact avec l'air extérieur.

» Nous avons opéré sur 300^{cc} de cidre ou de moût, que nous avons enfermés dans des ballons scellés à la lampe. Ces derniers ont été complètement immergés dans le mélange réfrigérant; ils en étaient retirés deux par deux, à des intervalles de temps distants de vingt-quatre heures. Après un séjour plus ou moins prolongé à la cave, les ballons ont été ouverts et l'on a déterminé la densité du liquide et sa richesse en alcool. Dans tous les cas, lors de l'ouverture des ballons, que l'on a effectuée en fondant le verre à l'aide du dard d'un chalumeau, on a constaté qu'ils contenaient du gaz acide carbonique sous pression supérieure à la pression atmosphérique. Plusieurs fois, la pointe du verre a été projetée et deux ballons ont été retrouvés brisés. En transvasant le liquide, on a toujours constaté un dégagement très net de gaz carbonique.

Expériences sur des moûts de densité 1031, *dosant* 6,75 *pour* 100 *d'alcool. Congélation le* 25 *mai* 1887 *et jours suivants.*

Date de l'ouverture des ballons.	Durée de la congélation.	Densité du liquide.	Titre alcoolique.
	h		Pour 100.
11 juillet............	120	1027,7	7,25
8 septembre........	72	1023,0	8,05
»	120	1021,8	8,15
»	144	1026,6	7,55
»	212	1021,8	8,25

» Le même moût fermentant dans un flacon muni d'un tube abducteur marquait 1013,3 au densimètre et contenait 9,1 pour 100 d'alcool.

» Ces expériences ont été reproduites sur des cidres et des moûts de richesses variables; les résultats n'ont pas été modifiés.

» En résumé, après congélation maintenue à 18° au-dessous de 0 pendant deux cent douze heures, on n'a pas stérilisé des moûts et des cidres parvenus à divers degrés de fermentation. On a pu constater un ralentissement dans la fermentation. Mais on ne saurait, par l'application d'un froid de — 18° à — 20°, donner à une liqueur sucrée contenant des ferments la propriété de se conserver sans transformation ultérieure, lorsqu'elle est ensuite maintenue à la température ordinaire. »

M. E. Levasseur présente à l'Académie la « Statistique de la superficie et de la population des contrées de la Terre » (1 volume accompagné de deux cartes).

« Ce travail, qui a paru en deux parties dans les troisième et quatrième livraisons, année 1886, et dans la deuxième livraison, année 1887, du *Bulletin de l'Institut international de Statistique,* comprend une introduction et trois parties.

» L'Introduction porte sur les conditions générales de ce genre de statistique et sur le mode d'exécution du travail. Trois tableaux placés à la fin donnent la superficie générale de la Terre, la superficie des trapèzes d'un demi-fuseau du globe terrestre limités par les degrés de latitude (tableau qui a été fourni à l'auteur par le Bureau des Longitudes) et la liste des recensements de la population qui ont eu lieu dans les États civilisés depuis la seconde moitié du XVIIIe siècle.

» Les trois parties, qui se composent de 103 tableaux, sont consacrées :

la première à l'Europe, la seconde aux autres parties du monde, la troisième aux généralités relatives à la Terre entière.

» Pour tous les États d'Europe et les contrées civilisées des autres parties du monde, chaque État, chaque groupe de colonies ou chaque région est l'objet d'un tableau qui en fait connaître la superficie, la population et la densité par départements ou provinces; les totaux sont résumés dans un tableau récapitulatif pour chaque partie du monde. La troisième partie est composée de résumés, pour la Terre entière, de ces tableaux récapitulatifs.

» Les villes de plus de 50 000 habitants sont mentionnées à la suite de chaque tableau particulier; deux tableaux récapitulatifs contiennent pour l'Europe et pour les autres parties du monde la liste, par ordre d'importance, des villes de plus de 100 000 habitants.

» Trois tableaux de statistique rétrospective présentent la suite des changements survenus, depuis le commencement du XIXe siècle, dans la superficie et la population des États européens.

» Les deux cartes placées à la fin du volume et dressées conformément au procédé que nous avons exposé dans un Mémoire sur *La Statistique graphique* (avec une modification dans la gamme des teintes), montrent la densité par provinces des États européens et la densité de la Terre par États ou par régions.

» Les éléments de ce travail nous ont été fournis, conformément aux cadres que nous avions préparés, ou du moins ont été révisés par les directeurs de statistique ou, à leur défaut, par des savants autorisés pour tous les États d'Europe. Le temps nous a manqué pour communiquer cette fois notre manuscrit aux statisticiens des autres parties du monde; mais le Bureau de l'Institut international de statistique se propose de renouveler dans un an ou dix-huit mois cette publication et de demander le concours de tous les bureaux de statistique. Déjà, depuis plusieurs années, l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* publie une statistique du même genre, beaucoup moins étendue, pour laquelle nous avons, autant que possible, consulté chaque fois les directeurs de statistique. Le *Bulletin de l'Institut international de statistique* s'imprime à Rome, où réside le secrétaire général, M. Bodio, directeur général de la statistique du royaume d'Italie; grâce à son concours, chacun des nombres insérés dans ce travail, qui a exigé plusieurs milliers d'opérations, additions ou rapports de densité, a été contrôlé avec beaucoup de soin dans ses bureaux et présente des garanties

d'exactitude plus grandes que si l'auteur avait dû se fier entièrement à lui-même.

» Nous citons, à titre d'exemple, une partie du dernier tableau qui est le résumé de la superficie et de la population par parties du monde.

	Superficie.		Population.		
	Superficie en millions de kilomètres carrés.	Rapport à la superficie totale de la Terre.	Millions d'habitants.	Densité (habitants par kilomètre carré).	Rapport à la population de la Terre.
Europe	10,0	2,0	347	34	23,4
Afrique	31,4	6,1	197	6	13,3
Asie	42	8,2	789	19	53,2
Océanie	11	2,2	38	3,5	2,6
Amérique du nord	23,4	4,6	80	3,4	5,4
Amérique du sud	18,3	3,6	32	1,7	2,1
	136,1	26,7	1483	10,9	100,0

» Ces nombres sont loin d'être d'une exactitude rigoureuse. Dans la dernière édition d'une publication allemande qui est souvent citée, avec raison, comme une autorité en cette matière (*Die Bevölkerung der Erde, VII*, année 1882), on trouve bien 136 millions pour la superficie, mais avec une distribution très différente par parties du monde (8,9 pour l'Australie et la Polynésie, 44,5 pour l'Asie), et l'on ne trouve que 1434 millions d'habitants.

» La principale cause de la différence des superficies provient de la Malaisie, que les Allemands attribuent à l'Asie, tandis que nous la rattachons à l'Océanie. Cependant, cette cause n'est pas la seule. Il serait impossible d'aborder ici un examen de détail : il faudrait comparer pour ainsi dire un à un tous les nombres dans les deux publications. Nous nous bornerons à dire que, quoique la superficie d'un territoire paraisse être une notion simple et facile à obtenir, il y a cependant très peu d'États, même en Europe, dont la superficie officielle soit à l'abri de la critique. La France en est un exemple; les statistiques officielles, qui ne sont pas toutes d'accord, lui attribuent environ 528400^{kmq} (c'est le nombre que nous donnons dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes pour l'an* 1887), tandis que le calcul du général Strelbitsky lui en attribue plus de 534000. Sur le vœu exprimé par le Conseil supérieur de Statistique, le Ministère de la Guerre a entrepris de calculer sur la Carte au 80000e la véritable superficie de notre territoire.

» La population est une notion moins précise encore que la superficie. On ne la connaît d'une manière satisfaisante que par les recensements. Or les recensements eux-mêmes sont loin d'être parfaits; ils n'ont pas lieu à la même époque dans tous les pays, et, hors d'Europe, les États qui en font sont une minorité. Il y a surtout une partie du monde, l'Afrique, pour laquelle le total de la population est presque entièrement hypothétique. Nous expliquons dans l'Introduction pourquoi le nombre de 197 millions d'habitants, que nous lui attribuons d'après des évaluations généralement admises, nous paraît être supérieur à la réalité.

» Quoique étant d'une précision insuffisante dans l'état de nos connaissances, les nombres consignés dans ce travail sont instructifs. Nous renvoyons à l'Introduction le lecteur qui désirerait être renseigné sur la manière dont ils ont été obtenus, et nous nous contentons de rappeler, en terminant, quelques lois de la distribution de la population que l'examen des nombres et surtout la vue des deux cartes font comprendre :

» 1° Près des deux tiers du genre humain vivent groupés sur un espace, relativement petit, d'environ 11 millions de kilomètres carrés (à peu près $\frac{1}{12}$ des terres), répartis en trois groupes : Europe occidentale, centrale et méridionale (environ 245 millions d'habitants et 3,5 millions de kilomètres carrés); empire des Indes (254 millions d'habitants et 3,6 millions de kilomètres carrés); Chine proprement dite, avec la Mandchourie et le Japon (430 millions d'habitants et moins de 4 millions de kilomètres carrés);

» 2° Les grands cours d'eau sont, à cause de la fertilité du sol et de la facilité des transports, au nombre des régions où la population est le plus dense;

» 3° Les côtes de la mer, qui fournit des moyens d'existence par la pêche et par la navigation, sont aussi des régions très peuplées, quand des circonstances particulières n'en écartent pas la population;

» 4° Les bassins houillers, en concentrant les usines, exercent sur l'agglomération des habitants une attraction beaucoup plus puissante que les vallées ou les côtes;

» 5° Les très grandes villes ont une influence du même genre, et leur puissance à cet égard peut être comparée à l'attraction des grandes masses de la matière.

» En Europe particulièrement :

» 6° Les contrées étant en général peuplées en raison de leur richesse lorsque l'état social de leurs populations est à peu près le même, c'est dans

le nord-ouest et le centre de l'Europe et en Italie qu'on trouve la plus forte densité;

» 7° Les hauts plateaux et les montagnes (exemples : plateau de Castille, Massif central de la France, Alpes, péninsule Pélasgique) sont relativement peu peuplés;

» 8° Les régions septentrionales, au nord du parallèle de Saint-Pétersbourg, et les steppes du sud-est étant impropres à la culture sont encore moins peuplées que les plateaux et les montagnes. »

MÉMOIRES LUS.

VOYAGES SCIENTIFIQUES. — *Sur la troisième campagne scientifique de* l'Hirondelle. Note du prince **Albert de Monaco**.

« Le résultat des premières campagnes scientifiques accomplies sur ma goélette à voiles *l'Hirondelle*, et partiellement connues de l'Académie, ayant encouragé mes vues, j'ai poursuivi, en juin, juillet et août derniers, sur un terrain plus vaste et avec de plus puissants moyens, les mêmes recherches sur les courants et sur la faune de l'Atlantique Nord.

» 931 flotteurs en verre, doublé de cuivre, contenant chacun un document polyglotte, étaient la contribution du Conseil municipal de Paris à cette expérience, que je faisais en commun avec M. le professeur Pouchet, mon hôte à bord jusqu'à Terre-Neuve. Nous avons lancé ces objets entre les Açores occidentales et le banc de Terre-Neuve, suivant une ligne aussi régulière que les circonstances de la navigation à la voile l'ont permis.

» Cette ligne, qui vaut le N. 55 O., est longue de 710 milles environ dans tout son développement. Elle va depuis 39°59′ de lat. N. et 36°30′ de long. O. jusqu'à 45°45′ de lat. N. et 48°42′ de long. O., ce qui lui donne une longueur de 600 milles, suivant la coupe transversale du *gulf stream*.

» D'après ces chiffres, l'intervalle moyen qui sépare deux flotteurs est de 1180^m; toutefois il est beaucoup moindre dans la partie centrale.

» Nous avons encore jeté à la mer, pendant la traversée de retour, 65 flotteurs sur une ligne de 128 milles, depuis 49°31′ de lat. N. et 31°27′ de long. O. jusqu'à 48°58′ de lat. N. et 28°27′ de long. O.

» D'autre part, les recherches zoologiques et les travaux de laboratoire

conduits par un savant zoologiste, M. Jules de Guerne, et par moi, ont eu lieu au moyen des installations suivantes :

» 1° Un chalut démontable pareil à celui que nous avons précédemment décrit ([1]), mais fonctionnant par le moyen d'un câble en acier galvanisé de 6 torons composés de 7 fils n° 2, résistant à la traction moyenne de 2290^{kg} et long de 3000^{m}. Ce câble, enroulé autour d'une bobine en tôle d'acier, établie sur le pont au centre du navire, est conduit, lorsqu'il s'agit de draguer, sur la poupée d'un treuil puissant à manivelles, fixé au pied du mât de misaine, puis par deux poulies de renvoi, jusqu'à l'extrémité d'une bigue également appuyée sur le pied de ce mât et qui tient le câble écarté de la muraille extérieure du navire;

» 2° Plusieurs nasses en toile métallique, pour être descendues dans les grandes profondeurs;

» 3° Un chalut en étoffe de soie très fine à bluter le son, ayant 7^{m} d'ouverture et $4^{m},30$ de profondeur, pour faire des pêches de surface;

» 4° Une série de filets fins en étoffe à bluter les fleurs de farine, destinés à faire des pêches pélagiques.

» 5° Un appareil de sondage presque semblable à l'appareil Thibaudier, avec 4000^{m} de fil d'acier.

» La force employée sur l'*Hirondelle*, pour le fonctionnement du chalut et de la sonde, était simplement la force des bras. Douze hommes viraient facilement le premier, deux hommes suffisaient pour la sonde.

Le chalut, envoyé jusqu'à la profondeur d'environ 1300^{m}, entre les îles San Jorge et Pico, des Açores, nous a rapporté une faune abondante, parmi laquelle se trouve un poisson voisin du *Malacosteus niger*, et plusieurs autres indéterminés, des Gorgones, des Éponges siliceuses, appartenant à la famille des Hexactinellides, un Oursin mou (*Phormosoma*) et de nombreux Crustacés amphipodes et isopodes.

» Au voisinage du banc de Terre-Neuve, j'ai dragué jusqu'à 1267^{m}, obtenant un grand nombre d'éponges et de poissons de la famille des Macroures, une Encrine, des Mollusques, et des Crabes rouges épineux (*Lithodes*).

» Par 130^{m} et 150^{m}, j'ai obtenu des *Astrophyton*, des *Asteracanthion*, des *Solaster*, des Ophiures et des Oursins, des *Hyas* de grande taille, des Pagures habitant de grands buccins et des *Volutopsis*. En somme, la faune polaire.

([1]) *Comptes rendus*, séance du 14 février 1887.

» Ces mêmes dragages ont ramené une quantité de cailloux, transportés sans doute par les glaces ; ils fourniront peut-être quelques données intéressantes pour les recherches dont la formation du banc de Terre-Neuve est l'objet.

» La température du fond dans ces parages varie de — 1° environ à + 3°,6.

» J'ai pu, cette année, réussir dans l'essai de nasses amorcées particulières, sur lesquelles je comptais pour ramener, d'une grande profondeur et complètement intacts, des animaux délicats presque toujours meurtris dans le chalut. Descendues jusqu'à 620^m, près des Açores, elles ont remonté un Crustacé décapode de grande taille, nouveau peut-être, et un assez grand poisson totalement abandonné par ses écailles, bien que nul choc ou frottement n'ait pu l'atteindre. Dans une opération identique, d'autres poissons (*Sebastes*) revinrent en parfait état et vécurent longtemps encore.

» La faune lacustre des Açores a été recueillie très soigneusement par nous, et l'étude qu'en fait M. de Guerne entraînera des conclusions remarquables au point de vue de la distribution géographique et du transport de certaines espèces animales.

» Un Cachalot, capturé près de Fayal, par des baleiniers indigènes, et librement examiné par M. le professeur Pouchet, a fourni au laboratoire de l'*Hirondelle* un cerveau et des pièces anatomiques dont le Muséum de Paris s'enrichira.

» Depuis l'Europe jusqu'à Terre-Neuve, l'usage continuel des petits ou des grands filets fins remplissait nos bocaux, d'une faune pélagique très particulière, notamment d'un poisson réputé rare et qui nous revenait par centaines (*Scopelus* de plusieurs espèces), tandis que j'observais, comme en 1886 ([1]), l'oscillation verticale diurne et nocturne de toute cette faune. Des Mollusques ptéropodes et hétéropodes, des Mysidés et Amphipodes nombreux, des Annélides remarquables de la famille des Alciopides, et bien d'autres types, dont quelques-uns n'ont été précédemment signalés que dans l'Atlantique sud ([2]) ou dans le Pacifique ([3]).

» Deux fois j'ai recueilli, flottant à la surface, des débris de Poulpe de grande taille; l'un d'eux, comprenant la couronne et le bec, pesait une dizaine de kilogrammes.

([1]) *Comptes rendus*, 14 février 1887.
([2]) Voyage de Belcher.
([3]) Quoy et Gamiard.

» Je signalerai encore de nombreuses touffes de Sargasses qui, rencontrées jusqu'au 45° lat. N., m'ont procuré toute la faune spéciale qui les habite.

» Nous avons capturé, en haute mer, un poisson lune (*Orthogoniscus Mola*), pesant près de 300^{kg} et muni d'un véritable prolongement caudal, fait digne d'être mentionné.

» L'appareil de sondage a fonctionné, sans aucune peine, jusqu'à la profondeur de 3300^{m}.

» Je n'ai pas négligé les observations thermométriques au cours de cette campagne; elles ont été faites d'un continent à l'autre pour la surface de la mer, et depuis le voisinage des Açores jusqu'à Terre-Neuve pour les profondeurs de 10^{m} et de 100^{m}.

» Je tiens enfin à signaler mes observations, plusieurs fois répétées durant cette campagne, sur l'usage de l'huile pour calmer la mer; elles sont entièrement d'accord avec les conclusions posées devant l'Académie par M. l'amiral Cloué. Le 23 août, notamment, l'*Hirondelle* prise dans le demi-cercle dangereux d'un cyclone, n'aurait peut-être pas résisté comme elle l'a fait pendant cinq heures à la violence vraiment exceptionnelle des lames, si elle n'avait eu recours à ce moyen de protection. »

OPTIQUE. — *Du cercle chromatique de Newton*. Note de M. **G. Govi**.

« Tous les physiciens connaissent la règle que Newton a donnée sans démonstration dans son *Optique* (1704), pour calculer la position dans le spectre et le degré de concentration de la couleur qui résulte du mélange de deux ou de plusieurs autres couleurs pures prises en proportions déterminées.

» Cette règle n'a plus aujourd'hui la valeur qu'on lui a attribuée pendant longtemps, parce qu'elle exige nécessairement le concours de toutes les couleurs pour produire le blanc, tandis que l'on connaît à présent de nombreux cas de sensation du blanc excitée par le mélange de deux seulement, ou de trois couleurs simples, c'est-à-dire prises dans un spectre pur. Néanmoins, puisque la règle de Newton a déjà servi en plusieurs circonstances à des physiciens, tels que Biot, Fresnel, Jamin, etc., et qu'elle leur a donné d'assez bons résultats, on ne trouvera pas inutile que l'on ait essayé d'en découvrir l'origine, d'autant plus que, Newton n'en ayant absolument rien dit, Biot, Mossotti et bien d'autres savants l'ont cherchée inutilement jusqu'ici.

» Il est utile d'ailleurs de remonter à la source de cette règle, parce que sa valeur en dépend, et que si elle a été souvent appliquée avec confiance, c'est parce qu'on lui a supposé une origine théorique, ou, pour le moins, une base expérimentale rigoureusement établie.

» Le point de départ de la règle de Newton consiste à diviser la circonférence d'un cercle en sept parties qui soient entre elles comme les fractions

$$\frac{1}{9},\quad \frac{1}{16},\quad \frac{1}{10},\quad \frac{1}{9},\quad \frac{1}{10},\quad \frac{1}{16},\quad \frac{1}{9}$$

et à supposer que les sept arcs ainsi obtenus représentent par leurs longueurs les quantités de rouge, d'orangé, de jaune, de vert, de bleu, d'indigo et de violet qui entrent dans la composition de la lumière blanche. Or, si l'on considère la circonférence ainsi divisée, comme un spectre, dont la longueur soit égale à l'unité, on trouve que les couleurs se répartissent sur lui de la manière suivante :

rouge $\frac{40}{237}$, orangé $\frac{15}{158}$, jaune $\frac{12}{79}$, vert $\frac{40}{237}$, bleu $\frac{12}{79}$, indigo $\frac{15}{158}$, violet $\frac{40}{237}$,

Ces proportions des diverses couleurs ne correspondent guère aux proportions des mêmes couleurs trouvées par Newton dans le spectre rectiligne et qui étaient, d'après lui,

rouge $\frac{1}{8}$, orangé $\frac{3}{40}$, jaune $\frac{2}{15}$, vert $\frac{1}{6}$, bleu $\frac{1}{6}$, indigo $\frac{1}{9}$, violet $\frac{2}{9}$,

et, comme on sait qu'il tenait beaucoup à cette division du spectre, on s'étonne de rencontrer sur le cercle chromatique une répartition tout à fait différente.

» Pour expliquer une telle divergence, on a vainement essayé d'avoir recours aux *longueurs d'accès* données par Newton, et qui correspondent chacune, pour une couleur déterminée, au quart de ce qu'on appelle aujourd'hui sa *longueur d'onde;* mais les *accès*, pas plus que les fractions du spectre rectiligne, n'ont pu expliquer la division du cercle chromatique.

» Il n'eût pas été, cependant, bien difficile d'en découvrir l'origine, si l'on avait mieux tenu compte de la *relation musicale* entre les cordes d'une octave et les couleurs du spectre, relation suggérée à Newton par le hasard de son prisme, et qui lui avait paru assez importante pour qu'il ait préféré en déduire les angles de réfraction des rayons différemment colorés, compris entre les limites du spectre, plutôt que de les mesurer directement, soit par projection, soit par d'autres artifices.

» La relation musicale entre le spectre et une corde sonore, indiquée par Newton, peut s'exprimer de la manière suivante :

» Si l'on double la longueur du spectre, prise entre l'extrémité visible du rouge et l'extrême limite du violet, et si l'on considère cette double longueur comme une corde donnant le son fondamental de certaine gamme usitée du temps de Newton, et qui diffère légèrement de notre gamme actuelle, il sera facile de marquer sur cette corde les quantités dont il la faut raccourcir successivement (à partir de l'extrême violet) pour en tirer les différents sons de la gamme, en montant d'une octave. Les longueurs successives de cette corde sonore doivent être, d'après Newton,

$$1,\quad \frac{8}{9},\quad \frac{5}{6},\quad \frac{3}{4},\quad \frac{2}{3},\quad \frac{3}{5},\quad \frac{9}{16},\quad \frac{1}{2},$$

la longueur 1 atteignant la dernière limite du violet, et la longueur $\frac{1}{2}$ celle du rouge.

» Ces principes une fois posés, on peut regarder toutes ces longueurs comme autant de cordes différentes dont chacune correspond à l'une des couleurs du spectre, qui lui donne son nom et qui lui emprunte son caractère. On aura de la sorte la corde violette égale à 1, la corde indigo qui sera les $\frac{8}{9}$ de la première, la corde bleue qui en sera les $\frac{5}{6}$, et ainsi de suite, jusqu'à la corde $\frac{1}{2}$ qui représenterait un violet plus aigu, si les couleurs du spectre se répétaient en augmentant d'acuïté comme les notes musicales.

» Chacune de ces cordes lumineuses, malgré sa différence de longueur par rapport aux autres, a été, fort probablement, considérée par Newton comme représentant l'unité de couleur ou l'unité de *force photochromique*, parce que le produit de chaque longueur de corde par le nombre de ses vibrations demeure toujours égal à l'unité [1]. Or, si l'on retranche successivement l'une de l'autre ces différentes cordes, les portions qui en restent dans le spectre avec leur couleur propre pourront être regardées comme autant de fractions de chaque unité, dont le mélange composera finalement la lumière blanche.

---

[1] Cela revient à considérer la *quantité de chaque couleur* comme une *quantité de mouvement*, et puisque la masse de chaque corde est proportionnelle à sa longueur, et sa vitesse au nombre de ses vibrations par seconde, les longueurs étant entre elles comme les rapports 1, $\frac{8}{9}$, $\frac{5}{6}$, etc., et les nombres correspondants de vibrations comme 1, $\frac{9}{8}$, $\frac{6}{5}$, etc., il en résulte que la *quantité de mouvement* de chaque corde est égale à l'unité.

» En appliquant ces principes, on trouve sans difficulté que la corde indigo, étant les $\frac{8}{9}$ de la corde violette, en doit laisser à découvert $\frac{1}{9}$, et que, par conséquent, $\frac{1}{9}$ de l'unité violette entrera dans la composition du blanc. Si l'on prend ensuite comme unité la corde indigo, qui est les $\frac{8}{9}$ de la corde fondamentale, et si l'on en retranche la corde bleue, qui en est les $\frac{5}{6}$, le reste sera exprimé par

$$\frac{\frac{8}{9}-\frac{5}{6}}{\frac{8}{9}}=\frac{1}{16},$$

ce qui signifie que dans le blanc il entrera $\frac{1}{16}$ de l'unité indigo. On obtiendra de la sorte, pour les sept différences successives, les rapports suivants :

Violet..........	$1-\frac{8}{9}=\frac{1}{9}$	de l'unité de lumière	violette;
Indigo..........	$\frac{\frac{9}{8}-\frac{5}{6}}{\frac{8}{9}}=\frac{1}{16}$	»	indigo;
Bleu............	$\frac{\frac{5}{6}-\frac{3}{4}}{\frac{5}{6}}=\frac{1}{10}$	»	bleue;
Vert............	$\frac{\frac{3}{4}-\frac{2}{3}}{\frac{3}{4}}=\frac{1}{9}$	»	verte;
Jaune...........	$\frac{\frac{2}{3}-\frac{3}{5}}{\frac{2}{3}}=\frac{1}{10}$	»	jaune;
Orangé..........	$\frac{\frac{3}{5}-\frac{9}{16}}{\frac{3}{5}}=\frac{1}{16}$	»	orangée;
Rouge..........	$\frac{\frac{9}{16}-\frac{1}{2}}{\frac{9}{16}}=\frac{1}{9}$	»	rouge,

qui constituent précisément la série des rapports assignés par Newton aux sept portions de son cercle chromatique, dont la division se trouve ainsi fort naturellement et fort simplement déduite de la partition musicale du spectre.

» Il est facile maintenant de comprendre combien le point de départ de ce raisonnement est illusoire, puisque la division musicale du spectre ne peut se rencontrer que tout à fait par hasard, avec un certain prisme et en fixant *a priori* les limites des couleurs que l'on veut déterminer, attendu qu'il n'y a en réalité dans le spectre ni rouge, ni orangé, ni jaune, etc., mais une suite continue de nuances allant d'une couleur à l'autre par des gradations insensibles, où il n'est donné à personne de marquer les limites qui les séparent.

» Il n'est donc pas étonnant que le *cercle chromatique* de Newton ait été trouvé souvent en défaut, puisqu'il n'est l'expression d'aucun principe

théorique certain, ni d'aucun fait expérimental rigoureusement observé, mais, tel qu'il est, il peut donner encore des résultats approchés assez utiles, lorsqu'il s'agit d'exprimer les sensations complexes éprouvées par l'organe de la vue.

» Un mélange de couleurs est quelque chose qui ne correspond réellement à rien de précis dans l'esprit du physicien, pas plus qu'un mélange de sons, ou qu'un mélange de chaleurs différentes. Mais, si l'œil intervient, l'impression qu'il en reçoit peut faire reconnaître au mélange des caractères qu'il eût été impossible de lui assigner *a priori*, toute sensation échappant à la méthode rigoureusement scientifique. Fresnel l'avait parfaitement reconnu et fort bien dit, dès 1821, dans une *Note sur le calcul des teintes que la polarisation développe dans les lames cristallisées*, où, après s'être efforcé d'exprimer théoriquement la couleur des mélanges, il ajoutait :

» C'est du moins tout ce qu'on peut déduire à présent de la théorie, et pour le reste il faut avoir recours à la construction empirique de Newton..... ; car expliquer et calculer théoriquement l'effet produit sur l'œil par un mélange de rayons hétérogènes, c'est un double problème de Physique et de Physiologie qu'on est sans doute encore loin de résoudre. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Rolland** soumet au jugement de l'Académie un appareil fondé sur la force de projection des liquides dans le vide.

(Commissaires : MM. Phillips, Lévy, Haton de la Goupillière).

M. **Delauney** adresse deux nouveaux Mémoires, relatifs aux bolides et aux taches solaires.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un volume de M. le contre-amiral *Serre*, intitulé : « Études sur l'his-

toire militaire et maritime des Grecs et des Romains ». (Présenté par M. Jurien de la Gravière.)

2° Le tome II du « Traité de Physiologie comparée des animaux, de M. *G. Colin*; 3e édition » (Présenté par M. Brown-Séquard.)

ASTRONOMIE. — *Positions de la comète Brooks* (☄ *22 janvier* 1887), *mesurées à l'équatorial de* 8 *pouces de l'observatoire de Besançon*. Note de M. **Gruey**, transmise par M. Tisserand.

Dates. 1887.		Étoiles de comparaison.	Grand.	Ascension droite. ☄ — ★.	Distance polaire. ☄ — ★.	Nombre de comp.	Observ.
				m s	′ ″		
Févr. 24....	*a*	Anonyme, rapp. à 6024, Lalande.	»	−1.35,32	− 7.50,3	15:15	G.
24....	*b*	id.	»	−1.23,98	− 1.19,5	10:10	G.
26....	*c*	Anonyme, rapp. à 6264, Lalande.	»	−0.59,15	− 4.16,1	18:15	G.
26....	*d*	id.	»	−1.22,46	+ 5.32,8	18:15	G.
28....	*e*	Anonyme.	»	−1. 5,35	+ 2. 2,9	18:15	G.
28....	*e*	id.	»	−0.48,65	+ 7.10,2	10:10	G.
Mars 1....	*f*	Argelander, VI + 55°, 798.	8,4	+1.26,94	+ 3.17,2	18:15	G.
2....	*h*	Anonyme, rapp. à 704, Argelander.	»	−0.47,44	−20.35,5	10:12	G.
18....	*h*	⅓ Baily 1291, Armagh 885, Sev. Year 523.	5	+0.28,57	− 1.13,9	20:20	G.
29....	*i*	W_2, 4 H, 457.	7	+2.34,53	−20.19,2	15:12	G.
Avril 10....	*j*	W_2, 4 H, 822.	8	+3.19,15	−10. 7,9	21:28	G.
18....	*k*	½ W_2, 4 H, 1172, Rümk. (1850), 2489.	9	−1. 5,41	+ 6.16,0	18:15	H.
20....	*l*	½ Sev. Year 637, Green. 332, Rümk. 2507.	5	−1.13,32	− 4.19,9	18:18	H.

Positions des étoiles de comparaison.

Étoiles.	Ascension droite moyenne pour 1887,0.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne pour 1887,0.	Réduction au jour.	Autorités.
	h m s		° ′ ″		
a.......	3. 7.42,0	»	28.31.16,0	»	Anonyme.
b.......	3. 8.13,0	»	28.35.13,0	»	Id.
c.......	3.15.36,0	»	30.40.47,0	»	Id.
d.......	3.16.39,0	»	30.41. 5,0	»	Id.
e.......	3.23.45,0	»	32.53. 0,0	»	Id.
		s		″	
f.......	3.25. 9,28	−0,28	34. 4.15,2	−4,8	Argelander, VI + 55°.
g.......	3.29.43,0	»	35.32.26,0	»	Anonyme.
h.......	4. 7.11,81	−0,43	49.48.12,5	+1,4	⅓ Baily, Armagh, Seven Year.
i.......	4.23.23,33	−0,55	57.47.27,3	+4,7	$Weisse_2$, 4 H.
j.......	4.39.15,76	−0,64	64.10.16,8	+7,1	Id.
k.......	4.53.46,00	−0,68	67.33.19,6	+8,4	½ $Weisse_2$, 4 H; Rümker, 1850.
l.......	4.56.20,27	−0,69	68.34.19,1	+8,4	⅓ Seven Year, Greenwich, Rümker, 1850.

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1887.	Temps moyen de Besançon.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s				
Févr. 24....	14.27.20	»	»	»	»
24....	14. 3.36	»	»	»	»
26....	9. 8. 0	»	»	»	»
26....	13. 5.11	»	»	»	»
28....	11.51. 9	»	»	»	»
28....	13.44.34	»	»	»	»
		h m s		° ′ ″	
Mars 1....	13.59,51	3.26.35,94	$\bar{1}$,682	34. 7.27,6	$0{,}864_n$
2....	14. 4.49	»	»	»	»
18....	9.54. 5	4. 7.39,95	$\bar{1}$,716	49.47. 0,0	$0{,}648_n$
29....	11.15.13	4.25.57.31	$\bar{1}$,653	57.27.12,8	$0{,}814_n$
Avril 10....	9. 5.55	4.42.34,27	$\bar{1}$,647	64. 0.16,0	$0{,}745_n$
18....	8.59.27	4.52.39,91	$\bar{1}$,637	67.39.43,8	$0{,}772_n$
20....	8.54.32	4.55. 6,26	$\bar{1}$,634	68.30. 7,6	$0{,}776_n$

» *Remarque.* — Les observateurs, MM. Gruey et Hérique, sont désignés par les lettres G et H. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur quelques propriétés des surfaces coniques.* Note de M. **G. Humbert**, présentée par M. C. Jordan.

« La propriété si remarquable que présente la circonférence de cercle, pour la mesure des angles situés d'une manière quelconque dans son plan, ne paraît pas susceptible d'être étendue à la sphère ; on peut donner toutefois des résultats simples relatifs à la différence des aires que découpe sur une sphère une surface conique la rencontrant suivant deux courbes fermées, et ces résultats rappellent le théorème qui fait connaître la mesure de la zone sphérique.

» On est conduit par ces recherches à introduire, dans la théorie des cônes, deux éléments nouveaux qui jouent par rapport à un cône le même rôle que la bissectrice et l'angle par rapport à un système de deux droites, et que l'on peut définir comme il suit.

» Soit $f(x, y, z) = 0$ l'équation d'un cône ayant son sommet à l'origine, les axes étant rectangulaires.

» Posons

$$\lambda = \int \frac{z\,dy - y\,dz}{x^2 + y^2 + z^2}, \qquad \mu = \int \frac{x\,dz - z\,dx}{x^2 + y^2 + z^2}, \qquad \nu = \int \frac{y\,dx - x\,dy}{x^2 + y^2 + z^2},$$

les trois intégrales étant étendues à tout le contour réel du cône; nous appellerons *plan d'orientation* du cône le plan, passant par le sommet, dont l'équation est

$$\lambda x + \mu y + \nu z = 0;$$

il est aisé de voir que la position de ce plan, indépendante du choix des axes, est invariablement liée à celle du cône. L'*axe d'orientation* sera la normale élevée sur ce plan au sommet du cône, et le *module* du cône sera la quantité

$$\sqrt{\lambda^2 + \mu^2 + \nu^2}.$$

» Cela posé, on peut énoncer ainsi la propriété fondamentale de cette théorie.

» Soit un cône, de module ρ, rencontrant une sphère de rayon R suivant deux courbes fermées, et de telle sorte que *toutes* les génératrices réelles du cône coupent réellement la sphère; désignons par d la distance du centre de la sphère au plan d'orientation du cône : *la différence des deux aires que le cône découpe sur la sphère est égale à* $2\rho R d$.

» Ainsi :

» *Le lieu des centres des sphères de rayon constant sur lesquelles un cône fixe découpe deux aires de différence donnée est un système de deux plans parallèles au plan d'orientation du cône et symétriques par rapport à ce plan.*

» En particulier :

» *Les sphères sur lesquelles un cône fixe découpe deux aires égales ont leur centre dans le plan d'orientation de ce cône.*

» On déduit également de la formule générale ce théorème curieux :

» *La différence des deux aires que découpe un cône sur une sphère fixe reste constante quand on fait tourner ce cône autour de son axe d'orientation ou d'une droite parallèle à cet axe.*

» Ces théorèmes s'appliquent non seulement aux cônes qui ont une équation déterminée, mais à toute surface conique fermée, composée de

portions juxtaposées de cônes algébriques ou transcendants, à un trièdre par exemple.

» Sans insister sur les nombreuses applications dont la formule générale est susceptible, nous ferons observer que l'aire découpée sur une sphère par le solide compris entre deux cônes parallèles, ou entre deux cônes de même module ayant leurs plans d'orientation parallèles, jouit de la même propriété que la zone sphérique : elle ne dépend pas de la position de la sphère dans l'espace.

» Pour un cône du second ordre, l'axe d'orientation est l'axe de symétrie intérieur, qu'on nomme souvent *axe principal;* le module a pour valeur $2\pi \sin\alpha \sin\beta$, en appelant α et β les angles que font avec l'axe principal les génératrices situées dans les deux plans principaux qui passent par cet axe.

» Les *surfaces développables* se prêtent à une théorie analogue : une développable dont toutes les génératrices sont à distance finie possède un *plan d'orientation* et un *module*, et la différence des aires qu'elle découpe sur une sphère que rencontrent toutes ses génératrices réelles a encore pour expression $2\rho R d$, — ρ, R et d ayant la même signification que dans ce qui précède.

» Le plan d'orientation d'une développable est parallèle à celui du cône directeur, et son module égal à celui de ce cône.

» On peut démontrer que, sous réserve de certaines conditions de réalité, la somme algébrique des aires comprises sur une sphère entre une surface quelconque et une surface asymptote est nulle : il résulte de là, par exemple, qu'un hyperboloïde à une nappe, dont toutes les génératrices réelles rencontrent une sphère, découpe sur cette surface deux aires dont la différence est $2\rho R d$, ρ et d étant relatifs au cône asymptote de l'hyperboloïde, et l'on voit ainsi que cette différence reste constante quand l'hyperboloïde tourne autour de son axe non transverse. »

GÉOMÉTRIE. — *Théorème sur les points singuliers des surfaces algébriques.* Note de M. G.-B. Guccia, présentée par M. Halphen.

« Je me propose de traiter la question suivante : *Exprimer le nombre* A_0 *des conditions simples auxquelles équivaut, pour une surface algébrique, la condition de posséder, en un point donné, une singularité quelconque* $[\sigma]$ *donnée* (¹).

(¹) Pour le problème analogue dans le plan, *voir* la solution que j'ai donnée dans les *Comptes rendus,* t. CIII, p. 594 (séance du 4 octobre 1886).

» Soit $[F] = 0$ l'équation irréductible d'un système linéaire quelconque de surfaces algébriques d'ordre n, complètement déterminé par sa *base*, c'est-à-dire par des courbes et points singuliers quelconques, communs à toutes les surfaces du système. Je considérerai alors quatre nombres qui ont le caractère d'*invariance* pour toute transformation birationnelle de l'espace, à savoir :

p_0 la *multiplicité* du système, c'est-à-dire le nombre des paramètres arbitraires dont dépendent, linéairement, les coefficients de l'équation $[F] = 0$;

p_1 le *genre* du système, c'est-à-dire le genre de la surface arbitraire F;

p_2 le genre de la courbe gauche M, intersection mobile de deux surfaces F;

p_3 le nombre des points (m), intersections mobiles de trois surfaces F.

» Ces dénominations adoptées, la solution du problème qui fait l'objet de cette Note repose sur le lemme suivant :

» *Dans tout système linéaire de surfaces algébriques, déterminé par sa base, il existe, entre les nombres caractéristiques* p_0, p_1, p_2, p_3, *la relation*

$$p_0 - p_1 + p_2 - p_3 = 2.$$

» Ce lemme est pourtant sujet à quelques restrictions, pour le détail desquelles je renvoie, faute d'espace, à un Mémoire antérieur ([1]), d'autant plus que les systèmes linéaires auxquels il faut avoir recours ici échappent à ces restrictions.

» Supposons que la singularité $[\sigma]$ appartienne, en même temps, à trois surfaces algébriques (linéairement indépendantes si on les suppose du même ordre). On est alors amené à considérer trois nombres, qui dépendent, ainsi que A_0, de la singularité seule, savoir :

A_1 l'abaissement produit par $[\sigma]$ dans le genre d'une surface algébrique;

A_2 l'abaissement produit par $[\sigma]$ dans le genre de la courbe d'intersection de deux surfaces qui ont, en commun, cette singularité ;

A_3 l'abaissement produit par $[\sigma]$ dans le nombre des points d'intersection de trois surfaces qui ont, en commun, cette singularité.

» Actuellement, parmi les surfaces douées de la singularité $[\sigma]$, je considère toutes celles, F, d'un même ordre n, qui ne possèdent aucune autre singularité. En prenant n suffisamment grand, j'obtiens un système

---

([1]) *Rendiconti del Circolo matematico di Palermo*, t. I, p. 338 (27 février 1887).

linéaire [F] qui échappe entièrement, comme je l'ai dit plus haut, aux restrictions auxquelles le lemme est sujet. On a alors immédiatement, pour un tel système :

$$p_0 = \tfrac{1}{6}(n+1)(n+2)(n+3) - 1 - A_0,$$
$$p_1 = \tfrac{4}{6}(n-1)(n-2)(n-3) - A_1,$$
$$p_2 = n^2(n-2) + 1 - A_2,$$
$$p_3 = n^3 - A_3,$$
$$p_0 - p_1 + p_2 - p_3 = 2;$$

d'où

$$A_0 - A_1 + A_2 - A_3 = 0.$$

» Il s'ensuit donc le théorème suivant :

» Théorème. — *Le nombre des conditions simples auxquelles équivaut, pour une surface algébrique, la condition de posséder, en un point donné, une singularité donnée, est égal à l'abaissement que cette singularité produit dans le nombre des points d'intersection de trois surfaces quelconques qui la possèdent, diminué de l'abaissement produit dans le genre de la courbe gauche commune à deux de ces surfaces, et augmenté de l'abaissement produit dans le genre de l'une d'elles.*

» Pour le cas, très particulier, d'un point multiple *ordinaire*, de degré r, dont le cône tangent n'est pas donné, on retrouve, tout de suite, une formule connue. On a, en effet, dans ce cas,

$$A_1 = \tfrac{1}{6}r(r-1)(r-2), \qquad A_2 = r^2(r-1), \qquad A_3 = r^3;$$

d'où

$$A_0 = \tfrac{1}{6}r(r+1)(r+2). \text{ »}$$

GÉOMÉTRIE. — *Sur la théorie des surfaces minima.* Note de M. E. Goursat, présentée par M. Darboux.

« On sait comment M. Lie a rattaché la théorie des surfaces minima à l'étude des courbes dont les tangentes vont rencontrer le cercle imaginaire de l'infini, auxquelles il a donné le nom de *courbes minima* (*Mathematische Annalen*, t. XIV, p. 331; t. XV, p. 465). Je rappellerai seulement qu'à une courbe minima donnée correspond une surface minima *réelle* parfaitement déterminée. Quand on applique à cette courbe un déplacement réel, la surface minima réelle correspondante subit le même déplacement;

mais, si l'on applique à la courbe minima un déplacement imaginaire, on obtient des surfaces minima tout à fait différentes de la première et dont les relations avec celle-ci ne paraissent pas avoir été étudiées. Je me propose d'indiquer dans cette Note un certain nombre de résultats relatifs à cette question.

» Si l'on choisit pour coordonnées d'un point de la sphère

$$\alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2 = 1$$

les valeurs des paramètres qui déterminent les deux génératrices rectilignes passant par ce point, toute rotation autour de l'origine est caractérisée par une substitution linéaire telle que

$$u = \frac{mv + n}{m_0 - n_0 v}. \tag{1}$$

(*Voir* Darboux, *Leçons sur la théorie générale des surfaces*, Chap. III.)

» Cette substitution dépend de six constantes réelles arbitraires; mais, si la rotation est réelle, m_0 et n_0 désignent les imaginaires conjugués de m et de n, et la substitution (1) ne dépend plus que de trois constantes réelles arbitraires. A l'aide de la formule (1), on démontre bien aisément que, dans toute rotation imaginaire, il existe un diamètre réel et un seul qui vient coïncider avec un autre diamètre réel. Par suite, toute rotation imaginaire est équivalente à une suite de deux rotations : 1° une rotation imaginaire autour d'un axe réel; 2° une rotation réelle. Nous pouvons donc nous borner à étudier l'effet d'une rotation imaginaire autour d'un axe réel. Prenons ce diamètre pour axe des z; abstraction faite d'une rotation réelle, la substitution (1) prendra la forme

$$u = av, \tag{2}$$

a étant réel et positif.

» Cela posé, considérons une surface minima réelle S représentée par les formules de Weierstrass

$$\left\{\begin{aligned} x &= \mathrm{R}\int(1 - u^2)\,\mathrm{F}(u)\,du, \\ y &= \mathrm{R}\int i(1 + u^2)\,\mathrm{F}(u)\,du, \\ z &= \mathrm{R}\int 2u\,\mathrm{F}(u)\,du; \end{aligned}\right. \tag{3}$$

si l'on applique à une courbe minima de cette surface la rotation définie par la formule (2), la nouvelle fonction caractéristique sera $a^2\,\mathrm{F}(au)$, et

la nouvelle surface minima S_1 sera représentée par les équations (3) où l'on aura remplacé $F(u)$ par $a^2 F(au)$. Désignons par x_1, y_1, z_1 les coordonnées d'un point de cette nouvelle surface, et par x_0, y_0, z_0 les coordonnées d'un point de la surface S_0 adjointe à S. Des trois groupes de formules de Weierstrass relatives à ces trois surfaces, on élimine sans difficulté la fonction $F(u)$, et l'on obtient les expressions suivantes des coordonnées x_1, y_1, z_1

$$(4) \qquad \begin{cases} x_1 = x \cos h\varphi + y_0 \sin h\varphi, \\ y_1 = y \cos h\varphi - x_0 \sin h\varphi, \\ z_1 = z, \end{cases}$$

où l'on a posé $a = e^\varphi$. Connaissant les deux surfaces S, S_0, ces formules permettent de construire la nouvelle surface S_1.

» Appelons α, β, γ; $\alpha_1, \beta_1, \gamma_1$ les cosinus directeurs des normales aux deux surfaces S et S_1, ds et ds_1 les éléments linéaires des deux surfaces. On a les relations ci-dessous :

$$dx_1 = (\cos h\varphi + \gamma \sin h\varphi)dx - \alpha \sin h\varphi dz,$$
$$dy_1 = (\cos h\varphi + \gamma \sin h\varphi)dy - \beta \sin h\varphi dz,$$
$$\frac{\alpha_1}{\alpha} = \frac{\beta_1}{\beta} = \frac{\gamma_1}{\gamma \cos h\varphi + \sin h\varphi} = \frac{\pm 1}{\cos h\varphi + \gamma \sin h\varphi},$$
$$d\alpha_1\, dx_1 + d\beta_1\, dy_1 + d\gamma_1\, dz_1 = \pm (d\alpha\, dx + d\beta\, dy + d\gamma\, dz),$$
$$ds_1 = (\cos h\varphi + \gamma \sin h\varphi)\, ds.$$

» On en déduit les propriétés les plus simples de la surface S_1. Les sections des deux surfaces S et S_1 par un même plan perpendiculaire à Oz se correspondent point par point de façon que les tangentes aux points correspondants soient parallèles. L'angle de deux lignes de la surface S est égal à l'angle de leurs images sur S_1; les lignes de courbure et les lignes asymptotiques de S ont pour images les lignes de courbure et les lignes asymptotiques de S_1. Toute courbe de S dont l'image sphérique est un cercle se change en une courbe de S_1 jouissant de la même propriété. Une ligne de courbure plane se change en une ligne de courbure plane; une ligne asymptotique hélicoïdale se change en une ligne asymptotique hélicoïdale, etc. Toutes ces propriétés sont, du reste, faciles à démontrer au moyen de la représentation sphérique.

» La transformation qui vient d'être définie dépend bien de six paramètres arbitraires réels, comme la substitution (1), à savoir : les deux pa-

ramètres qui fixent la direction de la droite prise pour axe des z par rapport à S, la constante a et les trois paramètres provenant d'une rotation réelle appliquée à la nouvelle surface S_1.

» Les formules (4) se prêtent à un grand nombre d'applications. J'indiquerai la suivante. Quand une surface minima possède une ligne de courbure plane ou une ligne asymptotique hélicoïdale, les deux nappes de la surface situées de part et d'autre de cette ligne se déduisent l'une de l'autre au moyen d'une transformation de la nature précédente, suivie dans le premier cas d'une transformation par symétrie. »

MÉCANIQUE. — *Sur le mouvement d'une surface autour d'un point fixe.* Note de M. G. Floquet, présentée par M. Darboux.

« Considérons une surface de degré m, mobile autour d'un point fixe O, et un plan fixe (P). Pour chaque position de la surface, le plan (P) a $(m-1)^3$ pôles. Soit M l'un d'eux, que la continuité permettra de suivre pendant le mouvement. Donnons-nous la position initiale de la surface et étudions son mouvement ultérieur en le supposant défini par cette condition que la rotation instantanée OI soit à chaque instant dirigée vers le pôle M et, en outre, fonction de la distance OM, que j'appelle R,

$$\omega = f(R). \tag{1}$$

» Je choisis trois axes rectangulaires, passant en O et liés à la surface, ces axes présentant la disposition que l'on sait. Soit

$$F(X, Y, Z, T) = 0$$

l'équation de la surface. Si, dans le quotient $\frac{\omega}{R}$, on regarde R comme une fonction de ω déduite de (1), et que l'on désigne ce quotient par $G(\omega)$, les coordonnées du point I étant p, q, r, le plan polaire du point M sera

$$uX + vY + wZ = 1,$$

u, v, w représentant respectivement les rapports changés de signes des dérivées partielles $\frac{\partial F}{\partial p}$, $\frac{\partial F}{\partial q}$, $\frac{\partial F}{\partial r}$ de $F(p, q, r, G)$ à la dérivée $\frac{\partial F}{\partial G}$. Par conséquent, en nommant h la longueur de la perpendiculaire OH abaissée de

l'origine sur le plan (P), et γ, γ', γ'' ses cosinus directeurs, on aura

$$(2) \qquad u^2 + v^2 + w^2 = \frac{1}{h^2},$$

$$\gamma = hu, \qquad \gamma' = hv, \qquad \gamma'' = hw.$$

Or, cette droite étant fixe, γ, γ', γ'' satisfont à un système différentiel bien connu. D'où les équations

$$(3) \qquad \frac{du}{dt} = vr - wq; \qquad \frac{dv}{dt} = wp - ur, \qquad \frac{dw}{dt} = uq - vp.$$

On y remplacera ω par $\sqrt{p^2 + q^2 + r^2}$, et, avec les données initiales, elles détermineront p, q, r en fonction du temps.

» Les équations (3) admettent l'intégrale (1). On obtient une seconde intégrale en remarquant que l'homogénéité de $F(p, q, r, G)$ donne

$$mF = -(up + vq + wr - G)\frac{\partial F}{\partial G},$$

et par suite, en tenant compte de (3),

$$m\,dF = -(u\,dp + v\,dq + w\,dr - dG)\frac{\partial F}{\partial G} - (up + vq + wr - G)\,d\left(\frac{\partial F}{\partial G}\right).$$

On a, d'autre part,

$$dF = -(u\,dp + v\,dq + w\,dr - dG)\frac{\partial F}{\partial G}.$$

Retranchons membre à membre, puis intégrons, et il vient

$$(4) \qquad F(p, q, r, G) = K\left(\frac{\partial F}{\partial G}\right)^{\frac{m}{m-1}},$$

la constante K se déterminant par les valeurs initiales de p, q, r.

» Les intégrales (1) et (4) font connaître la route du pôle M dans le système mobile. Si on leur adjoint l'une des équations (3), il suffira d'effectuer une quadrature pour obtenir p, q, r. En prenant ensuite trois axes fixes, disposés comme les axes mobiles, et dont l'un coïncide avec OH, on pourra calculer les angles d'Euler

$$\cos\theta = hw, \qquad \tang\varphi = \frac{u}{v}, \qquad \frac{d\psi}{dt} = h\frac{up + vq}{1 - h^2 w^2},$$

» Si le pôle M est primitivement sur la surface, auquel cas cette dernière est d'abord tangente au plan fixe, K est nul. Le contact persistera donc, et la surface roulera sans glisser sur le plan (P).

» Lorsqu'il s'agit d'une quadrique à centre, fixée par ce point, les équations (3) sont, en adoptant les notations de M. Darboux,

$$\frac{1}{p}\left[\frac{dp}{dt} - \frac{a(c-b)}{bc}qr\right] = \frac{1}{q}\left[\frac{dq}{dt} - \frac{b(a-c)}{ca}rp\right]$$
$$= \frac{1}{r}\left[\frac{dr}{dt} - \frac{c(b-a)}{ab}pq\right] = \frac{d}{dt}\log G.$$

Plaçons-nous dans le cas du roulement. Sur le plan fixe, le pôle M va suivre l'herpolhodie, comme si G était constant. Mais, pour une valeur ρ du rayon vecteur HM, la vitesse aréolaire A va dépendre de G par la relation

$$2A = G[h\rho^2 + l^3] = \frac{f(R)}{R}[h(R^2 - h^2) + l^3],$$

en désignant par l^3 la quantité $\frac{(h^2-a)(h^2-b)(h^2-c)}{h^3}$. Cette relation pourra servir à déterminer $f(R)$ de manière que la vitesse aréolaire soit une fonction donnée de ρ^2. En particulier, si l'on veut que A soit une constante A_0, on prendra

$$f(R) = \frac{2A_0R}{h(R^2-h^2)+l^3},$$

valeur qui sera toujours acceptable quand la quadrique ne sera pas un hyperboloïde à une nappe avec une polhodie tracée autour de l'axe réel majeur.

» Ces déterminations spéciales de $f(R)$ permettent, dans le cas où un mobile décrit une herpolhodie avec une vitesse connue en chaque point, de régler le mouvement de la surface correspondante, de façon que le pôle coïncide constamment avec le mobile. Par exemple, lorsqu'un point matériel se meut sur un ellipsoïde de révolution allongé sans être sollicité par aucune force, la projection sur le plan de l'équateur décrit l'herpolhodie due à une certaine ellipse. Si, en conservant les notations de M. Halphen, qui a signalé cette propriété (*Comptes rendus*, 3 octobre 1887), on suppose à l'ellipse roulante la vitesse angulaire

$$\omega = \frac{hv_0C\sqrt{\rho^2+h^2}}{h^2\rho^2+B^2C^2},$$

h désignant $\frac{C}{B}\sqrt{A^2 - B^2}$, le temps sera aussi représenté, et le pôle accompagnera partout la projection du mobile. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'aimantation par influence.* Note de M. P. **Duhem**, présentée par M. Darboux.

« Depuis les travaux de Poisson, la théorie de l'aimantation par influence a donné lieu à de nombreuses recherches, qui sont loin d'avoir éliminé toutes les difficultés que présente cette théorie. Il m'a semblé que les principes de la Thermodynamique pouvaient servir de fondement à une étude exempte de plusieurs de ces difficultés. Je demande à l'Académie la permission de lui communiquer, en quelques Notes, les résultats principaux de cette étude.

» 1. *Potentiel thermodynamique d'un système qui renferme des aimants.* — Toutes les expériences faites sur les actions mécaniques que deux solides aimantés exercent les uns sur les autres peuvent se résumer de la manière suivante :

Les actions mécaniques qui s'exercent à l'intérieur d'un système qui renferme des aimants admettent un potentiel qui a pour valeur

$$\mathfrak{F} = \frac{h}{2}\int\int\int\left(\mathcal{A}\frac{\partial\varphi}{\partial x} + \mathcal{B}\frac{\partial\varphi}{\partial y} + \mathcal{C}\frac{\partial\varphi}{\partial z}\right)dx\,dy\,dz,$$

h étant une constante positive, $\mathcal{A}$, $\mathcal{B}$, $\mathcal{C}$ les composantes de l'aimantation au point (x, y, z), et V la valeur au même point de la fonction potentielle magnétique, laquelle a pour expression

$$\varphi = \int\int\int\left(\mathcal{A}'\frac{\partial\frac{1}{r}}{\partial x'} + \mathcal{B}'\frac{\partial\frac{1}{r}}{\partial y'} + \mathcal{C}'\frac{\partial\frac{1}{r}}{\partial z'}\right)dx'\,dy'\,dz',$$

r étant la distance mutuelle des points (x, y, z) et (x', y', z').

» Cette proposition est le point de départ de la théorie que nous proposons; pour en déduire la forme du potentiel thermodynamique interne d'un système qui renferme des aimants, il suffit de s'appuyer sur un théorème de Thermodynamique, qui offre une grande importance pour l'étude des relations qui existe entre la Thermodynamique et la Mécanique rationnelle; ce théorème est le suivant :

» *Dans toute modification qui déplace les uns par rapport aux autres les divers corps qui constituent un système sans changer leur état, le travail effectué*

par les actions mécaniques internes du système est la variation changée de signe d'un potentiel, et ce potentiel ne diffère du potentiel thermodynamique interne que d'une quantité qui peut bien dépendre de l'état des divers corps, mais qui ne dépend pas de leur position.

» Moyennant l'emploi des deux propositions, on obtient l'expression suivante du potentiel thermodynamique interne d'un système qui renferme des aimants :

$$\mathfrak{F} = \mathrm{E}(\mathrm{U} - \mathrm{TS}) + \mathfrak{I} + \int\!\!\int\!\!\int \mathfrak{F}(\mathfrak{M})\, dx\, dy\, dz,$$

E étant l'équivalent mécanique de la chaleur, T la température absolue, U et S l'énergie et l'entropie du système supposé exempt d'aimantation, $\mathfrak{M}$ l'aimantation au point x, y, z et $\mathfrak{F}(\mathfrak{M})$ une fonction de l'aimantation qui s'annule pour $\mathfrak{M} = 0$.

» 2. *Équations de l'équilibre magnétique.* — En supposant que, dans l'élément $dx\, dy\, dz$, l'aimantation subisse des variations arbitraires $\delta\mathfrak{A}$, $\delta\mathfrak{B}$, $\delta\mathfrak{C}$ et en égalant à 0 la variation du potentiel thermodynamique interne, on arrive aux équations de l'équilibre magnétique. Si l'on pose

$$\mathrm{F}(\mathfrak{M}) = \frac{\mathfrak{M}}{\dfrac{\partial \mathfrak{F}(\mathfrak{M})}{\partial \mathfrak{M}}},$$

ces équations sont

$$\mathfrak{A} = -h\,\mathrm{F}(\mathfrak{M})\frac{\partial \mathcal{V}}{\partial x}, \qquad \mathfrak{B} = -h\,\mathrm{F}(\mathfrak{M})\frac{\partial \mathcal{V}}{\partial y}, \qquad \mathfrak{C} = -h\,\mathrm{F}(\mathfrak{M})\frac{\partial \mathcal{V}}{\partial z}.$$

» Ces équations avaient été déjà proposées par M. G. Kirchhoff à la place des équations de Poisson, que l'on déduirait des précédentes en remplaçant $\mathrm{F}(\mathfrak{M})$ par une constante.

» Si la fonction $\mathrm{F}(\mathfrak{M})$ est connue pour une substance déterminée, les équations précédentes déterminent $\mathfrak{M}$ en fonction de

$$\left(\frac{\partial \mathcal{V}}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial \mathcal{V}}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial \mathcal{V}}{\partial z}\right)^2.$$

» On peut donc remplacer ces équations par

$$\mathfrak{A} = \lambda\left[\left(\frac{\partial \mathcal{V}}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial \mathcal{V}}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial \mathcal{V}}{\partial z}\right)^2\right]\frac{\partial \mathcal{V}}{\partial x},$$
$$\mathfrak{B} = \lambda\left[\left(\frac{\partial \mathcal{V}}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial \mathcal{V}}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial \mathcal{V}}{\partial z}\right)^2\right]\frac{\partial \mathcal{V}}{\partial y},$$
$$\mathfrak{C} = \lambda\left[\left(\frac{\partial \mathcal{V}}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial \mathcal{V}}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial \mathcal{V}}{\partial z}\right)^2\right]\frac{\partial \mathcal{V}}{\partial z}.$$

» Ces équations montrent que, lorsque l'expérience a déterminé la fonction λ, le problème de l'aimantation par influence se ramène à la détermination de la fonction φ. »

CHIMIE. — *Action de l'hydrogène sulfuré sur les sels de cobalt.* Note de M. H. **Baubigny**, présentée par M. Debray.

« I. J'ai fait voir, il y a quelques années ([1]), que tous les sels de nickel, sulfate et chlorure compris, se transformaient en sulfure, lorsqu'on traitait leurs solutions par l'acide sulfhydrique à la température ordinaire, et avec l'aide de la chaleur si la liqueur était acide.

» J'ai cru devoir soumettre les sels de cobalt à la même étude, et je suis arrivé assez sensiblement aux mêmes lois générales que pour le nickel.

» Pour le cobalt, en effet, les résultats varient aussi : 1° suivant l'état de concentration de la liqueur en tant que sel; 2° suivant la nature de l'acide du sel; 3° avec les rapports de poids de l'acide et du métal; 4° avec ceux de l'acide libre et de l'eau servant à la dissolution; 5° avec l'état de saturation par l'hydrogène sulfuré, et, par suite, la tension du gaz; et encore avec d'autres conditions, parmi lesquelles il faut surtout noter la température et la durée de l'expérience.

» La seule différence sensible entre ces deux métaux est relative à la facilité plus ou moins grande que présentent leurs sels à se transformer en sulfure, suivant les conditions où l'on se place.

» Aussi, comme exemples, me bornerai-je à quelques résultats acquis à l'aide d'essais comparatifs, faits simultanément avec les sulfates des deux métaux; car, suffisants pour démontrer que les principes énoncés sont vrais pour le cobalt comme pour le nickel, ils permettent, en outre, d'établir les circonstances dans lesquelles le sulfure de cobalt se forme plus aisément que celui de nickel, ou inversement.

» Il est entendu, tout d'abord, que dans toutes ces expériences comparatives, faites en vase clos, le rapport du volume liquide et de l'espace libre dans le vase est le même dans chaque série d'essais, puisque la tension du gaz influe sur les poids de sulfures de cobalt et de nickel, formés dans le même temps. Je l'ai démontré pour le dernier métal, et la même conclusion sera facile à déduire des observations faites sur le cobalt.

([1]) *Comptes rendus,* t. XCIV, p. 961, 1183, 1251, 1417, 1473, 1595, 1715, et t. XCV, p. 34; 1882.

» II. Le sulfate de cobalt en solution neutre se transforme en sulfure comme celui de nickel par l'action de l'hydrogène sulfuré. Préparons, en effet, deux solutions identiques de sulfates *neutres*, obtenus tels par dessiccation à 440° dans l'étuve à soufre, l'une de cobalt, l'autre de nickel, et renfermant chacune $0^{gr},400$ de sel pour 140^{cc} d'eau. On les sature à 0° par le gaz sulfhydrique, et l'on scelle les vases à la lampe, seul mode de fermeture admissible pour des expériences de quelque durée.

» Ces flacons, abandonnés dans une enceinte à température à peu près constante (de + 12° à + 15°), se remplissent *peu à peu* de sulfure cristallin. Dix jours après, ces sulfures furent recueillis et dosés en les transformant en sulfates. On eut pour le nickel $0^{gr},3955$ et pour le cobalt $0^{gr},388$.

» Il est constant qu'au bout de quelques jours dans ces conditions, la précipitation du nickel est toujours plus parfaite que celle du cobalt. Ainsi pour une seconde expérience identique, mais de cinq jours de durée seulement, le sulfure de nickel formé a donné $0^{gr},392$ de sulfate et celui de cobalt $0^{gr},364$ seulement.

» Dans les deux observations précédentes, le liquide occupait les $\frac{5}{6}$ du volume des vases.

» III. Toutefois, de ces résultats comparatifs, où le poids du sulfure de nickel obtenu est toujours supérieur à celui du sulfure de cobalt, il ne faudrait pas conclure que ce dernier se forme plus difficilement; car, tout au contraire et d'une façon invariable, l'apparition du sulfure est beaucoup plus rapide dans la solution d'un sel neutre de cobalt que dans celle du même sel de nickel, toutes choses égales d'ailleurs. Il est aisé de le démontrer par deux expériences assez simples. Prenons, en effet, 70^{cc} d'eau, au lieu de 140^{cc}, pour dissoudre le même poids de sulfate, soit $0^{gr},400$; et à chaque solution, ajoutons le même volume d'eau saturée à 0° par le gaz sulfhydrique, de manière à avoir finalement un volume de 140^{cc}. Avec le sulfate de cobalt, on a *immédiatement* un léger précipité de sulfure noir, tandis qu'avec celui de nickel le changement de teinte ne se produit qu'au bout de quelques minutes. De plus, si l'on scelle les vases à la lampe, et qu'on les abandonne dans les mêmes conditions de température (de + 12° à + 15°), on constate que le précipité augmente plus vite dans la liqueur cobaltique que dans l'autre; ce que vérifie le dosage des deux sulfures formés au bout du cinquième jour. Car celui de cobalt a donné $0^{gr},2855$ de sulfate et celui de nickel $0^{gr},111$ de sulfate.

» Si j'ajoute que, en même temps que ces deux ballons, il en avait été préparé un autre avec du sulfate de cobalt dans les mêmes conditions,

sauf que la totalité du liquide, c'est-à-dire les 140^{cc}, a été saturée par l'hydrogène sulfuré à 0°, et que le sulfure formé après cinq jours a donné 0^{gr},358 de sulfate, j'aurai établi aussi pour le cobalt l'influence de la tension du gaz sulfhydrique dont j'ai parlé précédemment ([1]).

» La deuxième expérience, qui prouve que les sels de cobalt se transforment en sulfure au moins aussi facilement que ceux de nickel, est la suivante : on prépare une solution d'acide acétique à 3 pour 100, et l'on en mesure deux volumes de 140^{cc}. Dans l'un on dissout 0^{gr},400 de sulfate de cobalt; dans l'autre, le même poids de sulfate de nickel. Les deux liqueurs saturées à 0° par l'hydrogène sulfuré sont abandonnées dans la même enceinte (+ 14° à + 18°), après avoir scellé les flacons.

» Conformément à ce que j'ai dit pour le nickel, sa solution ne s'est pas modifiée tout d'abord, tandis que celle de cobalt, quatre heures après la saturation, avait déjà donné lieu, en quantité sensible, à un précipité de sulfure cristallin. Aussi, lorsqu'au bout du troisième jour (soixante-douze heures) le premier petit cristal de sulfure de nickel commença à être visible, je trouvai que le poids de sulfure de cobalt formé correspondait à 0^{gr},345 de sulfate, soit 86 pour 100 du sel employé.

» IV. A froid, l'acide acétique peut cependant annihiler complètement l'action de l'hydrogène sulfuré sur le sulfate de cobalt, comme dans le cas du nickel. C'est en ajoutant à la dissolution des poids d'acide acétique d'autant plus grands que sa richesse en sel métallique est elle-même plus grande; car, comme pour le nickel, les résultats avec le cobalt changent avec les conditions du milieu. Ainsi, si l'on conserve pour la solution la même teneur pour 100 en acide acétique, et diminue le poids du sulfate de cobalt, si on le réduit, par exemple, au quart de la quantité employée dans l'opération précédente (soit 0^{gr},100 de sulfate pour 140^{cc} à 3 pour 100 d'acide acétique), les premières traces de sulfure de cobalt n'apparaissent plus qu'au bout de plusieurs jours ; et si la teneur en acide acétique de la solution s'élève jusqu'à 25 pour 100, il ne se forme plus trace de sulfure, même après vingt-cinq jours à une température de 20°, dans un liquide renfermant 0,400 de sulfate de cobalt par 140^{cc}, ledit liquide ayant été saturé à 0° par le gaz sulfhydrique et renfermé dans un vase scellé.

» D'après ces résultats, dans les liqueurs *neutres* ou *fort peu acides* (la

---

([1]) 70^{cc} d'eau saturée à 0° par HS sont plus que suffisants pour permettre la précipitation totale, puisque j'ai fait voir que, dans 140^{cc} du même liquide, 1^{gr},100 de sulfate de nickel peuvent se transformer en sulfure.

proportion possible d'acide variant comme on le verra avec la nature de l'acide), le sulfate de cobalt se transforme donc plus facilement en sulfure que celui de nickel.

» Dans une prochaine Communication, nous verrons le cas où le sulfate de nickel au contraire se décompose plus facilement. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage de l'acide titanique.* Note de M. **Lucien Lévy**, présentée par M. Troost.

« La méthode actuelle, pour doser l'acide titanique, comporte les opérations suivantes : fondre la matière avec du bisulfate de potasse, reprendre par l'eau froide le mélange de titanates et de sulfates ainsi formés, précipiter l'acide titanique par une ébullition prolongée pendant six heures, le laver, le calciner et le peser. L'exactitude du dosage dépend de diverses circonstances que j'ai cherché à définir (1).

» I. Comme point de départ, des liqueurs titaniques de titres connus étaient indispensables. J'ai procédé de deux manières.

» A. Dans une solution sulfurique d'acide titanique, je dosais l'acide titanique par évaporation et calcination.

» B. Une solution d'acide titanique fondu dans un bisulfate était évaporée, calcinée et lavée à l'eau bouillante pour éliminer le sel potassique.

» L'exactitude de ces méthodes résulte des expériences suivantes :

1. $0^{gr},1$ d'acide titanique fondu au bisulfate et traité suivant B donne $TiO^2 = 0^{gr},101$.
2. A. 50^{cc} d'une liqueur sulfurique, traités d'après A, donnent $TiO^2 = 0^{gr},086$.
B. 50^{cc} de la même liqueur, en partie neutralisée par de la potasse, sont traités suivant B; on trouve $TiO^2 = 0^{gr},086$.

» II. Pour apprécier, avec des liqueurs ainsi titrées, l'influence de l'acide sulfurique et des sulfates, sur la précision de la méthode ordinaire, j'ai fait les expériences suivantes :

» *a. Acide sulfurique et sels alcalins.* — Une liqueur titanique contenant de l'acide sulfurique, en partie neutralisé par de la potasse, est maintenue à volume constant pendant une ébullition de six heures; l'acide titanique précipité est lavé, calciné, pesé.

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. le professeur Jungfleisch, à l'École de Pharmacie.

» Le Tableau suivant résume les résultats :

Nos	Volume de la liqueur.	SO^4H^2 total.	SO^4H^2 libre.	TiO^2 contenu.	TiO^2 trouvé.
	cc	gr	gr	gr	gr
1.......	100	3,561	1	0,086	0,082
2.......	»	»	0,5	»	0,085
3.......	»	»	0,00	»	0,100
4.......	»	»	0,0 (1)	»	0,108
5.......	150	5,766	5,766	0,036	0,000
6.......	»	»	0,833	0,036	0,036
7.......	»	»	0,000	0,036	0,047

» Dans ces conditions, il faut, pour doser l'acide titanique, que la liqueur contienne environ 0,5 pour 100 d'acide sulfurique libre; le poids du sulfate de potasse n'a pas d'influence.

» Les résultats sont analogues avec la soude; mais un excès d'ammoniaque n'a pas d'influence, à cause de sa volatilité.

» *b. Acide sulfurique, oxydes alcalins en présence d'autres oxydes.* — 1° J'ai fait des expériences identiques aux précédentes en présence d'oxyde de zinc.

» Les résultats sont contenus dans le Tableau suivant :

Nos	Volume de la liqueur.	SO^4H^2 total.	SO^4H^2 libre.	ZnO.	TiO^2 contenu.	TiO^2 trouvé.
	cc	gr	gr	gr	gr	gr
1........	100	1,614	1,614	0,365	0,035	0,032
2........	»	»	0,800	»	»	0,031
3........	»	»	0,468	»	»	0,035
4........	»	»	0,234	»	»	0,035
5........	»	»	0,117	»	»	0,036
6........	»	»	0,025	»	»	0,0355
7........	»	1,872	0,468	0,260	0,086	0,085
8........	»	»	0,015	0,260	»	0,086
9........	150	6,039	0,800	0,0572	0,036	0,0365
10........	»	»	0,160	0,0572	0,036	0,0365

» La présence du zinc est donc indifférente, pourvu que l'acidité reste à 0,5 pour 100; l'oxyde de zinc est précipité par un excès de potasse avec l'acide titanique, puis il se redissout; donc, lorsqu'on ajoute des excès de

---

(1) Il y a un excès de potasse.

potasse croissants, le poids d'acide titanique trouvé augmente très rapidement, atteint un maximum et décroît, tout en restant trop fort.

» 2° Il en est de même avec l'ammoniaque.

» 3° En remplaçant le sulfate de zinc par les sulfates de magnésie, d'alumine et de cuivre, on a trouvé des poids d'acide titanique exacts.

» Mais avec le sulfate de sesquioxyde de fer les résultats sont toujours trop forts.

» *Remarque.* — Il arrive que, dans certains cas, la méthode usuelle réalise les conditions d'un bon dosage; toutefois, suivant que l'on aura volatilisé plus ou moins d'acide sulfurique ou que la matière sera plus ou moins riche en bases, il restera plus ou moins d'acide libre dans la liqueur de dissolution et des erreurs considérables se produiront. On pourrait, après un dosage acidimétrique, régler l'acidité convenablement; mais, en pratique, il est préférable de neutraliser complètement la liqueur, puis d'y ajouter la quantité voulue d'acide sulfurique.

» Les expériences suivantes prouvent que les résultats ainsi obtenus sont exacts :

» 1. 50^{cc} d'une liqueur contiennent $0^{gr},086$; on a neutralisé, puis ajouté $0^{gr},936$ d'acide sulfurique et complété à 100^{cc}; on a trouvé $TiO^2 = 0,082$. Ce qui est le nombre trouvé en laissant *a priori* 1^{gr} d'acide libre (Exp. *a*, 1).

» 2. La même liqueur, neutralisée par la potasse, est additionnée de $0^{gr},250$ d'acide sulfurique et complétée à 100^{cc}; on trouve $TiO^2 = 0^{gr},0865$.

» 3. Même résultat en neutralisant par la potasse et l'oxyde de zinc ($TiO^2 = 0,086$).

» Cette manière de faire présente un autre avantage; après fusion de la matière avec le bisulfate, la dissolution de la masse fondue est toujours lente; on l'accélérera par une addition d'acide sulfurique capable d'amener toute la potasse à l'état de bisulfate; la dissolution achevée, on ajoutera 0,5 pour 100 d'acide sulfurique libre, on fera bouillir pendant six heures, on recueillera, lavera, calcinera et pèsera l'acide titanique. Telle est la manière la plus rapide et la plus précise de faire le dosage. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur des procédés capables d'augmenter la résistance de l'organisme à l'action des microbes.* Note de M. CHARRIN, présentée par M. Bouchard.

« On sait que la pyocyanine, substance chimique cristallisable, à réactions précises, bien étudiées par Fordos, est produite par un micro-orga-

nisme. La fonction chromogène de ce micro-organisme a été nettement établie par Gessard. Cet auteur, le premier, malgré de nombreuses tentatives faites antérieurement, a appliqué à cette démonstration la rigueur des procédés nouveaux.

» Les aspects que peut revêtir ce microbe sont multiples. En ce qui concerne le côté morphologique, il nous suffira de dire, pour le moment, que cet organisme dont nous poursuivons l'étude, M. L. Guignard et moi, au laboratoire de M. le professeur Bouchard, se présente ordinairement sous la forme bacillaire. Toutefois, nous ferons remarquer dès maintenant que, suivant les conditions de milieu et d'âge, ce même microbe offre des variations très étendues, qu'il est possible de réaliser à volonté, depuis la forme d'un bactérium extrêmement court jusqu'à celle de filaments très allongés, variations dont les relations avec la production de la pyocyanine ne sont pas sans intérêt.

» Relativement à son action sur les animaux, on n'ignore pas que l'on peut arriver à rendre ce micro-organisme pathogène, contrairement à certaines assertions. J'ai maintes fois vérifié ce fait; d'autres ont bien voulu le contrôler et l'ont aussi reconnu. Il suffit du reste, pour cela, d'injecter dans les veines de l'oreille du lapin une culture pure. Presque toujours l'animal inoculé devient malade et meurt dans des délais qui sont en raison de la virulence de la culture et de la dose employée ($\frac{1}{3}$ à $\frac{1}{2}$ centimètre cube et plus). La survie peut être de un à deux jours, de dix, de quinze, même davantage. Dans les cas de longue durée surtout, il n'est pas très rare d'observer, outre l'albuminurie, la diarrhée, la fièvre, l'amaigrissement, des accidents paralytiques, en particulier de la paraplégie et parfois de la rétention d'urine, comme je l'ai d'ailleurs déjà signalé.

» On peut retrouver les microbes injectés, dans les urines, dans les matières fécales, dans les viscères. Ils sont restés vivants et fonctionnant, puisqu'il est facile de constater, en même temps que leur présence, les réactions de la pyocyanine dans les milieux solides ou liquides ensemencés avec les humeurs ou les tissus de l'animal. De plus, si l'on injecte la pyocyanine avec le microbe ou sans le microbe, on voit, pour des doses égales et relativement faibles, inférieures par exemple à 3^{cc} ou 5^{cc}, que les accidents sont nuls lorsque le bacille est absent, ou en tout cas infiniment moins rapides, infiniment moins intenses que lorsque ce bacille lui-même est inoculé en même temps que la matière chimique.

» L'introduction du micro-organisme et son développement dans le

corps du lapin sont donc, pour la plus grande part du moins, les causes premières de la maladie.

» Que l'intoxication joue un rôle, que le bacille, en dehors des lésions matérielles (néphrite, entérite, etc.), agisse également par la substance ou les substances plus ou moins modifiées que sa présence fait naître dans le corps de l'animal, la chose est possible ; elle nous paraît maintenant très probable. En effet, en injectant rapidement dans les veines, à fortes doses (40^{cc}, 60^{cc}, etc., par kilogramme), le liquide de culture privé de tout microbe et contenant de la pyocyanine, on peut provoquer de l'albuminurie, de la diarrhée, quelquefois, à très longue échéance, de la paralysie, enfin la mort. C'est bien alors une intoxication pure et simple; mais dans le cas de l'inoculation d'une faible dose, soit $\frac{1}{2}$ centimètre cube de culture, contenant à la fois et le micro-organisme et ses produits, s'il y a intoxication, cette intoxication est sous la dépendance du développement du microbe et, par conséquent, secondaire à l'infection.

» Ceci étant établi, si, au lieu d'injecter le microbe dans les veines, on l'injecte sous la peau du flanc à des doses ne dépassant guère $\frac{1}{2}$ à $\frac{2}{3}$ de centimètre cube, presque constamment, à part quelques troubles fort légers, l'inoculation reste absolument sans influence, au moins en apparence. Si l'on répète sur des lapins ces inoculations sous-cutanées, six, huit, dix fois, en injectant par exemple tous les trois ou quatre jours 1^{cc}, ou un peu moins, en des points différents et avec les précautions antiseptiques, on reconnaît qu'à la suite de cette pratique les lapins ont acquis une résistance spéciale. Lorsqu'en effet on les inocule alors par voie intra-veineuse en même temps que des lapins témoins, avec la même dose de la même culture virulente ($\frac{1}{2}$ à $\frac{3}{4}$ de centimètre cube), les lapins témoins succombent le plus souvent en deux à cinq jours, tandis que les lapins inoculés préalablement sous la peau meurent au bout de quarante à soixante jours; parfois même ils résistent complètement.

» Or il y a deux choses dans les doses inoculées par voie sous-cutanée : le bacille et les substances chimiques. Débarrassons-nous du bacille par la filtration et la chaleur à 115°, assurons-nous par la culture que le liquide obtenu est stérile et injectons ce liquide sous la peau par doses fractionnées de 6^{cc} à 8^{cc}, renouvelées, tous les trois à cinq jours, six, huit, dix fois, technique qui, d'ailleurs, n'a rien d'immuable. Pendant ces injections et les premiers jours qui suivent, les lapins paraissent bien portants.

» Si alors nous inoculons les animaux préparés de la sorte et des ani-

maux témoins par voie intra-veineuse et avec la même dose virulente, les animaux témoins, comme précédemment, mourront, en général, en deux à cinq jours; tandis que les animaux qui auront reçu les matières solubles auront une survie dont la moyenne a été, pour onze expériences, de cinquante et un jours; la plus courte a été de 21 jours. Ils succombent tardivement, avec des accidents paralytiques, et leurs tissus, à ce moment, ne renferment pas le bacille. Il semble qu'il y ait là une intoxication plutôt qu'une infection avortée; mais de nouvelles expériences sont nécessaires pour résoudre ce côté de la question.

» Ce que l'on peut dire en s'en tenant strictement aux faits, c'est que, dans les conditions indiquées, il est possible d'augmenter la résistance du lapin à un microbe déterminé, de rendre cette résistance plus ou moins complète et durable, soit en inoculant au préalable ce microbe par une autre voie, soit en injectant préalablement les produits solubles des cultures. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Folie mélancolique et autres troubles mentaux dépressifs, dans les affections otopiésiques* (οὖς, ὠτός; πίεσις, *compression*) *de l'oreille*. Note de M. **Boucheron**, présentée par M. Bouchard.

« Nous avons déjà signalé que des *troubles mentaux multiples* disparaissent, chez de jeunes sourds-muets *intelligents*, quand on améliore la maladie otopiésique de l'oreille, qui a produit la surdité et la mutité ([1]).

» Nous avons indiqué aussi ([2]) que des séries de *crises épileptiques* sont interrompues, par la cure de certaines affections otopiésiques de l'oreille qui les provoquent (épilepsie auriculaire par otopiésis, analogue à l'épilepsie de M. Brown-Séquard, par excitation du trijumeau.)

» Nombre de malades, atteints d'affections variées de l'oreille, sont sujets, d'autre part, à des *troubles intellectuels*, *affectifs* et *sensitifs* divers, tels que diminution de la mémoire, cessation de l'esprit de suite, impossibilité de fixer l'attention, irascibilité, hypochondrie, insomnie ou excès de som-

---

([1]) Boucheron, *De la surdi-mutité par otopiésis et de sa curabilité chez les jeunes enfants* (*Comptes rendus*). — *L'Encéphale*; 1881-1882. — *De la pseudo-méningite des jeunes sourds-muets* (*Revue de Médecine*; 1885).

([2]) Boucheron, *Comptes rendus*; 1885.

meil, etc., avec sensation de compression cérébrale et d'affaiblissement de l'intelligence.

» Ces troubles peuvent disparaître avec l'amélioration de la maladie d'oreille, comme nous l'avons remarqué, surtout dans l'otopiésis.

» Ces documents personnels s'ajoutent à ceux que de nombreux auteurs ([1]) ont déjà recueillis, sur les relations des maladies de l'oreille avec les troubles mentaux, et sur la fréquence extrême des illusions et des hallucinations auditives dans les maladies mentales, avec ou sans substratum anatomique auriculaire.

» Mais dans les cas cités jusqu'ici, il s'agissait de lésions relativement grossières de l'oreille, parce qu'une suppuration de l'oreille moyenne, ou de l'apophyse mastoïde, une otorrhée, une perforation tympanique, une carie du rocher, des cicatrices vicieuses de la caisse tympanique, un bouchon cérumineux, un corps étranger, un traumatisme de l'oreille, etc., sont assez faciles à reconnaître.

» Dans les faits qui nous occupent, au contraire, il s'agit d'une affection d'oreille bien moins apparente. Tel est, par exemple, le cas suivant, où l'influence pathogénique de l'oreille sur l'affection mentale a été tout à fait manifeste.

» Une jeune fille de vingt-trois ans, sans antécédents connus d'hérédité nerveuse ou de prédisposition, est atteinte, depuis dix jours, d'une crise de *mélancolie aiguë*, avec hallucinations et illusions de l'ouïe, déraison, perte de connaissance, de troubles affectifs, répulsion pour ses parents, d'insomnies, vertiges, incapacité de marcher et de se tenir debout. Physionomie inspirée, yeux hagards, écoutant ses voix et n'entendant que fort mal la voix de ceux qui lui parlent.

» Cette diminution importante de l'ouïe était en rapport avec une affection otopiésique aiguë de l'oreille (obstruction de la trompe d'Eustache, vide ou absence d'air de la caisse tympanique, compression des nerfs acoustiques par la pression atmosphérique sans contrepoids).

» Une insufflation d'air dans les caisses tympaniques, en faisant cesser le vide et en mettant fin à la compression et à l'excitation des nerfs acoustiques, fit cesser instantanément la surdité et aussi les troubles mentaux, produits par l'excitation du nerf acoustique irradiée jusqu'au cerveau.

([1]) Esquirol, Baillarger, de Trœltsch, Toynbee, Blau, Meyer, Schwarze et Koppe, Ball, Regis, Roosa, Luys, Brown-Séquard, Th. Browne, A. Voisin, Gellé, Bouchut, Menière, Williams, Albert Robin (de Paris), Urbantschitch, Politzer, Moos, Paul Robin (de Lyon), Pierret, Schüle, Ritti, de Rossi, Martinencq, Compérat, Schiffers, Sexton, Michéa, Cattlet, Bondet, Fournier, Biauté, Furstner, Schmiegelow (de Copenhague).

» La connaissance revint immédiatement, plus de délire, plus d'hallucinations, retour à la raison, physionomie calme, parole nette, stabilité et équilibre revenus.

» Cette crise de folie mélancolique récente, produite par une affection récente de l'oreille, disparut donc avec les troubles de l'oreille.

» C'est la même disparition rapide des accidents qui s'observe aussi dans l'épilepsie et dans les troubles mentaux moins accusés (perte de mémoire, d'esprit de suite, etc., que les malades attribuent à une compression du cerveau); si la maladie d'oreille est une otopiésis récente par obstruction des trompes d'Eustache.

» Au contraire, quand l'affection d'oreille est ancienne et qu'elle présente des lésions irréductibles, étendues, l'excitation du nerf acoustique est difficile, sinon impossible, à faire cesser, et les troubles mentaux par irradiation sont probablement difficiles à modifier.

» L'excitation du trijumeau, du pneumo-gastrique et du glosso-pharyngien, dans leurs rameaux auriculaires et nasaux, s'ajoute quelquefois à l'excitation du nerf acoustique, pour produire une action à distance sur le cerveau. Dans ces cas complexes, il peut être plus difficile de modifier tous ces nerfs excités et les irradiations à distance qui en procèdent, que si le nerf acoustique est seul excité, par un processus simple et facile à enrayer.

» En somme, il y a des affections de l'oreille où le nerf acoustique excité par pression (otopiésis) transmet son excitation aux diverses parties des centres nerveux et produit, selon le sujet, des effets irradiés divers.

» Transmise : 1° au bulbe et à la moelle, cette excitation produit de l'épilepsie, de la pseudo-méningite ou des convulsions variées sans caractère spécial; 2° du côté du cervelet, elle produit des troubles de l'équilibration, vertiges, chute, rotation; 3° arrivée au cerveau et à l'écorce cérébrale, l'irradiation produit des troubles mentaux, légers ou graves, ayant un caractère commun de dépression.

» Les troubles légers sont la perte ou la diminution de la mémoire, de l'esprit de suite, de la réflexion, de la vivacité des conceptions; diminution de l'affection pour les proches; idées de tristesse, de suspicion, de défiance, de persécution, ou de l'hypocondrie.

» Les troubles mentaux graves peuvent s'élever jusqu'à la folie mélancolique aiguë, avec délire, hallucinations, perte de connaissance, chez les sujets prédisposés.

» Le point sur lequel il y a lieu d'insister, c'est que tous ces troubles mentaux peuvent être la conséquence d'affections relativement légères de

l'oreille, entre autres, de l'otopiésis par obstruction des trompes d'Eustache, et que, dans les cas récents, la cure de l'affection otopiésique de l'oreille peut faire cesser les accidents mentaux symptomatiques. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *De l'action préventive de l'hydrate de chloral contre la rage tanacétique, ou simili-rage, et contre la vraie rage.* Note de M. **H. Peyraud**, présentée par M. Brown-Séquard.

« Avec des vapeurs ou des injections intra-veineuses d'essence de tanaisie, et des vapeurs ou des injections sous-cutanées de chloral, nous avons institué deux séries d'expériences, sur des lapins et sur des oiseaux.

» Dans la première, après avoir produit préalablement la rage tanacétique, nous essayâmes de l'arrêter par des injections sous-cutanées de chloral. Nous remarquâmes que, lorsque les convulsions tanacétiques étaient établies, l'arrêt n'avait pas lieu.

» Si, au contraire, nous soumettions nos animaux à l'action préalable du chloral et que, lorsqu'ils étaient endormis, ou même simplement étourdis, nous leur administrions, par les procédés déjà cités, une certaine dose d'essence de tanaisie, les effets convulsivants ne se produisaient pas ou ne se produisaient que tardivement, et après des doses répétées de cette essence, lorsque la quantité de chloral était insuffisante.

» Le chloral, s'il n'avait pas d'action curative sur cette rage tanacétique, avait évidemment sur elle une action préventive.

» Nous avons déjà fait connaître ces faits en 1872 et, au Congrès de Lyon en 1873, nous avons répété ces expériences devant la Section d'Agronomie du Congrès.

» Nous avons pensé que, puisque la rage tanacétique ressemble tant à la vraie rage et qu'elle est empêchée par l'emploi préventif du chloral, l'antagoniste de cette dernière pourrait aussi être le chloral employé préventivement.

» En 1877, l'observation d'un cas où la rage paraissait probable chez l'homme sembla nous donner raison.

» Un petit jeune homme, mordu au mollet, par un chien qui mourut de la rage et qui fut examiné par un vétérinaire, prit, sur notre conseil, du chloral pendant quarante jours, à la dose progressive de 1^{gr}, 2^{gr}, puis 3^{gr} par jour. Ce petit jeune homme n'est pas devenu enragé.

» Depuis lors, je ne sache pas qu'aucune expérience dans ce sens ait été tentée.

» M. Pasteur, par ses découvertes sur la rage expérimentale, nous a donné l'idée de reprendre nos travaux et d'étudier comparativement cette rage et la rage tanacétique. C'est ce que nous avons fait cette année.

» Nous nous sommes d'abord assuré que la rage tanacétique n'est pas contagieuse.

» Nous avons encore, à la Faculté de Médecine de Bordeaux, un lapin inoculé depuis le 10 mars dernier : il est évident qu'il ne deviendra jamais enragé, car la rage tanacétique est une rage sans virus, sans ferment, et il n'y a que les virus, les ferments qui se donnent, qui se communiquent.

» C'est en faisant ces expériences et quelques autres, dont l'intérêt pratique apparaîtra bientôt, que nous avons découvert le fait suivant :

» Le 6 mars dernier, sur un lapin noir de forte taille, nous inoculâmes, par la méthode sous-méningienne, du virus rabique pris sur le nommé Berger, mort, six mois après la vaccination pastorienne, de rage paralytique dans le service de notre ami le professeur Pitres. Ce virus en était à la troisième série d'inoculation sur des lapins. La rage paralytique, dans les séries précédentes, était toujours arrivée fatalement vers le quinzième jour. Six témoins furent, en même temps, inoculés avec le même virus. Les six témoins sont morts de rage paralytique depuis plus de six mois et le lapin noir vit encore. Il n'a éprouvé qu'une légère tristesse, vers le seizième jour de son inoculation, qui a aussitôt disparu.

» Voici comment il a été traité :

» Le 10, le 11 et le 12 mars, il a subi sous une cloche, pendant deux heures, deux heures et demie, l'action des vapeurs de chloral sans s'endormir ; le 13, le 14, le 15, le 16, le 17, le 18, le 19, il a reçu sous la peau des doses de $0^{gr},10$, $0^{gr},20$, jusqu'à $0^{gr},30$ de chloral en solution, 25^{gr} pour 250^{gr} d'eau. Il y a eu, en tout, dix jours de traitement.

» Selon toutes les probabilités, ce lapin ne deviendra jamais enragé, puisqu'il y a sept mois qu'il a été inoculé par les méninges.

» Or, si la rage expérimentale a une évolution toujours fatale et régulière, ce que tous les faits semblent absolument démontrer, il n'y a pas de doute que le chloral ait ici agi, d'une façon absolument certaine, comme préventif de la vraie rage.

» Et maintenant, si l'on rapproche de ce fait celui que j'ai déjà observé sur l'homme, on est bien obligé d'admettre que le chloral fournit de grandes espérances, comme médicament préventif de la rage humaine.

» Agit-il par son action antiseptique *élective* sur le système nerveux, ou simplement par son action sédative ? Peut-être par l'une et par l'autre. »

ZOOLOGIE. — *Sur la faune des îles de Fayal et de San Miguel (Açores)*; par M. Jules de Guerne.

« Au cours de la troisième campagne scientifique accomplie par S. A. le prince Albert de Monaco, sur sa goélette *l'Hirondelle*, j'ai pu faire quelques excursions dans les îles de Fayal et de San Miguel.

» La faune des eaux douces, réputée nulle, a tout d'abord fixé mon attention. Le séjour du yacht aux Açores ne pouvant se prolonger assez pour permettre l'exploration de l'ensemble des lacs, il fallut choisir. Mes préférences se portèrent sur ceux de Sete Cidades. Ce sont les plus grands de tout l'archipel; le Lagoa Grande en est le plus profond (30^m). Ils se trouvent être aussi les plus anciens formés : la date de leur origine est presque certaine (éruption de 1444); enfin, toute activité volcanique paraît avoir cessé depuis longtemps dans la région qu'ils occupent.

» Le 10 juillet, j'ai étudié méthodiquement les faunes pélagique, profonde et littorale du Lagoa Grande. Le produit des pêches de surface, exécutées avec un filet en soie à bluter, s'est montré constamment formé d'une multitude de Volvocinées, d'un Nostoc assez rare, de quelques *Glenodinium*, de diverses Diatomées ou Desmidiées, et d'une quantité considérable de Bactéries. Celles-ci fourmillent littéralement dans les pêches traitées séance tenante, dans l'embarcation même, par l'acide osmique.

» Parmi ces organismes, dont l'ensemble représente environ les deux tiers de la masse recueillie, on distingue les espèces animales suivantes : *Daphnella brachyura* Liév., *Chydorus sphæricus* Jur., *Cyclops viridis* S. Fisch., *Asplanchna Imhofi* sp. nov. et *Pedalion mirum* Huds. Enfin, je signalerai la présence de débris rapportés avec doute au *Leptodora hyalina* Lillj. Ces Crustacés et ces Rotifères sont beaucoup moins abondants à la surface qu'à une certaine profondeur; par contre, le nombre des végétaux microscopiques (à l'exception, toutefois, des Diatomées qui vivent sur le fond) diminue progressivement à mesure que l'on s'éloigne de la zone fortement éclairée. En résumé, la faune est pauvre, mais l'aspect des animaux qui la composent suffit pour marquer, au plus haut degré, son caractère pélagique.

» La faune profonde, dont l'étude, non terminée, se poursuit actuellement sur des matériaux rapportés vivants à Paris, m'a fourni jusqu'ici des Nématoïdes, des Turbellariés et des Rhizopodes. Les Diatomées pullulent à

la surface du limon et y forment, comme dans les lacs suisses, ce que F.-A. Forel appelle le *feutre organique*.

» Quant à la faune littorale, elle est relativement riche, mais se distingue, au premier abord, des faunes analogues du continent, par l'absence complète de Mollusques. Les espèces favorisées au point de vue des moyens de dissémination y sont nombreuses. Je citerai un Bryozoaire (*Plumatella repens* L.), dont les colonies atteignent jusqu'à $0^{m},30$ de long et dont les statoblastes se rencontrent souvent isolés; divers Cladocères; de nombreux Acariens ; un Tardigrade (*Macrobiotus*), et, parmi les Vers, *Naïs elinguis* Mül. et *Chætonotus* (*sp.* ?) Les Rotifères libres ou tubicoles paraissent fort communs; ils appartiennent à divers genres dont la répartition est très étendue : *Cephalosiphon, Rotifer, Philodina, Furcularia*, etc., etc. Les insectes aquatiques semblent être fort rares, tant à l'état adulte que sous la forme larvaire. Un Hémiptère des plus vulgaires, *Corixa atomaria* Illig., a seul été recueilli. Enfin, il convient de mentionner les Protozoaires, représentés par des Vorticelles, des Acinètes, plusieurs Rhizopodes, *Trinema enchelys* Ehrenb., *Centropyxis aculeata* Ehrenb. et un *Difflugia* dont la coquille est formée de débris transparents de ponces. C'est probablement le *D. azorica* d'Ehrenberg, simple variété de *D. pyriformis* Perty.

» Tels sont les résultats obtenus à Sete Cidades. D'autres recherches, faites aux environs de Ponta Delgada, dans les eaux stagnantes, ont amené la découverte d'espèces différentes, appartenant pour la plupart aux mêmes groupes. Parmi les Rotifères, je citerai : *Actinurus neptunius* Ehrenb.; parmi les Vers : *Tubifex rivulorum* d'Udek. et une Hirudinée dont les cocons seuls ont été vus. J'ai trouvé à Fayal *Nephelis octoculata* Berg. Enfin les Crustacés m'ont fourni *Daphnia pulex* de Geer, *Cyclops diaphanus* S. Fisch. et un Ostracode nouveau qui sera décrit sous le nom de *Cypris Moniezi*.

» A Fayal, le cratère central de l'île a été exploré avec un soin tout particulier; il n'y existe pas à proprement parler de lac, mais plutôt un marécage sans profondeur, soumis, suivant l'abondance des pluies, à des changements de niveau irréguliers. Je n'y ai pas trouvé de faune pélagique, mais les formes littorales y sont assez nombreuses; on y rencontre divers Acariens, des Nématoïdes et bon nombre de Cladocères : *Pleuroxus nanus* Baird, *Alona costata* G.-O. Sars, *A. testudinaria* S. Fisch., etc. Les larves d'insectes (*Æschna*, *Agrion*, *Phryganea*, etc.) sont plus nombreuses qu'à Sete Cidades. J'ai capturé dans l'eau l'une des rares espèces de Coléoptères, considérée comme propre aux Açores, *Agabus Godmani* Crotch. Mais la dé-

couverte la plus intéressante que j'y aie faite est celle d'une espèce nouvelle de *Pisidium :* c'est le premier Mollusque fluviatile qui paraisse spécial à l'archipel ; c'est également le premier Lamellibranche signalé dans ces îles ([1]).

» Au point de vue de la faune terrestre, l'étude du cratère de Fayal est des plus intéressantes. J'y ai découvert deux Crustacés nouveaux : un Isopode, *Philoscia Guernei*, qui sera décrit par M. Adrien Dollfus, et un Amphipode du genre *Orchestia*. C'est un type marin littoral, dont la présence au fond d'un cratère, à 700^m de hauteur, est assez difficile à expliquer. Fait remarquable, une espèce du même genre (*O. tahitensis* Dana) a été trouvée à Tahiti dans des conditions semblables, sous des feuilles mortes humides, à 500^m environ d'altitude et à plusieurs milles de la mer.

» Sur les Mollusques terrestres, étudiés antérieurement par divers naturalistes, je n'ai rien de particulier à dire, bien que j'en aie recueilli un certain nombre. En ce qui concerne les Myriapodes ([2]), j'ai retrouvé, tant à Fayal qu'à San Miguel, trois des quatre espèces décrites par Von Porath comme spéciales aux Açores. Je puis même ajouter à la faune des îles *Cryptops hortensis* Leach, certainement introduit. Enfin, les Isopodes m'ont fourni, outre *Philoscia Guernei*, deux espèces non signalées jusqu'ici dans l'archipel : *Eluma purpurascens* Bl. et *Metoponarthrus sexfasciatus* Bl., formes vulgaires répandues partout et sûrement introduites.

» En résumé, des recherches faites dans les îles de Fayal et de San Miguel pendant la troisième campagne de l'*Hirondelle* il résulte :

» 1° Que la faune des eaux douces des Açores, considérée jusqu'ici comme à peu près nulle, comprend un assez grand nombre d'espèces ;

» 2° Que ces espèces appartiennent, pour la plupart, à des types faciles à disséminer grâce à leur résistance spéciale ou à leurs œufs d'hiver, statoblastes, etc. ;

» 3° Que l'ensemble de cette faune offre un caractère continental et même européen, bien qu'il faille s'attendre, dans l'avenir, à la démonstration du caractère cosmopolite de la majeure partie des animaux qui la composent ;

» 4° Enfin que les Açores paraissent posséder uniquement, comme

---

([1]) L'expédition du *Talisman* a trouvé à Furnas une espèce de *Physa* que M. Morelet considère comme introduite et qu'il rapporte au *P. acuta* Drap., connu à Madère et aux Canaries.

([2]) Un éminent spécialiste, le Dr R. Latzel, de Vienne, a bien voulu examiner ces Myriapodes.

formes propres, des animaux terrestres, et spécialement des Crustacés et des Mollusques. Ces derniers semblent d'ailleurs destinés à disparaître, par suite de l'envahissement des espèces introduites. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les cicatrices des* Syringodendron. Note de M. **B. Renault**, présentée par M. P. Duchartre.

« Tous les paléontologistes connaissent les troncs désignés sous le nom de *Syringodendron*. Pour les uns, ces troncs, aussi nombreux dans le terrain houiller que ceux des Sigillaires, sont des plantes indépendantes; pour les autres, ils représentent les tiges âgées des Sigillaires. Les opinions les plus diverses ont été émises sur la nature des organes appendiculaires, qui pouvaient avoir existé sur les cicatrices solitaires ou géminées, souvent énormes, qui caractérisent ces tiges; on y a vu les traces d'insertion d'écailles, d'épines, de stipules, de racines, etc. Nous croyons donc que la solution de ces divers problèmes paraîtra intéressante.

» Les échantillons silicifiés qui ont permis de jeter quelque lumière sur la question nous ont été remis avec la plus grande obligeance par M. Roche, l'habile et savant chercheur bien connu; les autres ont été recueillis par nous; tous viennent des gisements d'Autun.

» Ce sont des écorces de Sigillaires (assise subéreuse), variant de $0^m,01$ à $0^m,07$ d'épaisseur, portant à leur surface les cicatrices elliptiques, simples ou géminées, bordées d'une gaine, et à surface marquée de nombreuses *dépressions* ponctiformes caractéristiques des Syringodendrons à l'état d'empreinte, quand ils sont bien conservés.

» Nous ne pouvons dans cette Note nous étendre sur les relations qui peuvent exister entre les *Sy. monostigmés*, les *Sy. diplostigmés* et les Sigillaires à écorce lisse, ou à écorce cannelée, nous réservant de revenir sur cette question dans une Note ultérieure. Il ne sera question ici que de la structure des organes auxquels correspondent ces cicatrices extérieures.

» Une coupe transversale de l'un d'eux montre qu'il est formé à l'intérieur d'une masse de tissu parenchymateux, dont les éléments peu résistants sont à section polygonale. Dans le sens longitudinal, ces mêmes éléments présentent une section rectangulaire. Au milieu de ce tissu parenchymateux on distingue de nombreux canaux de couleur foncée, dirigés parallèlement les uns aux autres dans toute la longueur de l'organe qui traverse *entièrement* la partie subéreuse de l'écorce.

» Ces canaux sont formés d'une gaine de cellules à sections rectangulaires, limitant un cylindre, qui lui-même est composé de cellules plus petites contenant un résidu brun auquel est due la couleur foncée de l'ensemble. Souvent les cellules de l'axe du cylindre ont été détruites ou résorbées; il en résulte une sorte de tube continu. Ce sont les orifices ou les extrémités de ces canaux qui produisent les dépressions ponctiformes que l'on remarque à la surface des cicatrices.

» Il n'est pas rare de rencontrer tout à fait isolés des cylindres de cellules brunes, le tissu parenchymateux d'alentour ayant complètement disparu, comme si leur contenu les avait préservés de la destruction.

» On ne peut guère assigner à ces appareils, d'après l'organisation qui vient d'être exposée, d'autre fonction physiologique que celle de sécréter soit des matières gommeuses ou résineuses, soit du tannin, etc.; ce sont donc des appareils sécréteurs.

» L'existence d'appendices quelconques, épines, stipules, etc., ne saurait s'accommoder avec la structure anatomique de ces organes.

» Ces appareils sécréteurs sont entourés d'une enveloppe formée par des cellules prismatiques allongées, subperpendiculaires à l'organe; ces cellules ne sont pas parallèles les unes aux autres, mais présentent un certain enchevêtrement; leurs parois portent des ornements rayés et réticulés.

» Il était important de rechercher si les deux cicatricules en forme d'arc placées de chaque côté du faisceau vasculaire des cicatrices foliaires des Sigillaires présenteraient des indices d'une organisation analogue. Le résultat de ces recherches a été affirmatif. Grâce à de nombreux échantillons que nous nous sommes procurés, nous avons pu reconnaître dans ces arcs, mesurant à peine $1^{mm},2$ de hauteur et $0^{mm},5$ de largeur, les rudiments de la structure des grandes cicatrices des *Syringodendron*.

» Nos recherches ont porté sur des appareils pris dans des écorces différentes et présentant les dimensions suivantes, dans le sens de la hauteur :

$1^{mm},2$; $2^{mm},9$; 5^{mm}; 9^{mm}; 12^{mm}; 22^{mm},

et respectivement, dans le sens de la largeur :

$0^{mm},5$; $1^{mm},3$; 2^{mm}; $3^{mm},4$; $4^{mm},2$; $8^{mm},7$.

Les sections étaient sensiblement elliptiques; l'organisation est restée la même pour toutes.

» Il ne peut donc y avoir doute sur l'origine des grandes cicatrices des Syringodendrons : ce sont les *arcs latéraux* comprenant la cicatricule du cordon foliaire, caractéristiques des cicatrices des Sigillaires, qui prennent un développement extraordinaire, proportionnel à celui de l'écorce où ils se trouvent plongés, et deviennent peu à peu des appareils sécréteurs importants.

» Le faisceau vasculaire visible sur les écorces de peu d'épaisseur, n'ayant plus de fonction à remplir après la chute des feuilles, disparaît complètement dans les écorces d'un certain âge.

» Quant à la disposition géminée, régulière ou irrégulière, la confluence partielle ou complète dans les écorces monostigmées, le développement énorme de la partie subéreuse de l'écorce, qui souvent se faisait inégalement, comme nous en avons la preuve sous les yeux, et la section des Sigillaires dans laquelle les Syringodendrons devront être rattachés suffisent, à notre avis, pour expliquer toutes les variations de forme et de position que les cicatrices peuvent présenter.

» Nous n'avons aucune idée sur l'abondance des produits sécrétés, mais le nombre des appareils répartis sur les écorces des Sigillaires étant énorme, on peut légitimement se demander s'ils n'ont pas concouru pour une large part à la formation de la houille non organisée. »

GÉOLOGIE. — *Observations sur les causes qui ont produit le métamorphisme normal.* Note de M. VIRLET D'AOUST, présentée par M. Hébert. (Extrait.)

« ... Le métamorphisme des roches d'origine sédimentaire, considéré dans l'ensemble des faits qui le caractérisent, est une des questions les plus compliquées de la Géologie; mais, si on ne l'envisage qu'au point de vue *normal*, c'est-à-dire des faits qui embrassent la généralité des roches composant la croûte solidifiée de notre planète, elle devient très simple, puisqu'elle n'est plus que la conséquence de la chaleur centrale du globe, aidée dans son action par les eaux de carrière ou d'infiltration. Les transmutations ainsi opérées deviennent alors l'une des preuves les plus évidentes de la fluidité du noyau central terrestre.

» En partant de cette hypothèse, on peut considérer les roches sédimentaires, dites anciennes, comme ayant été modifiées ou, pour mieux dire,

métamorphisées directement par les retours de chaleur, pénétrant leurs masses au fur et à mesure qu'elles se trouvaient recouvertes par des sédiments nouveaux. Mais, aux époques des formations secondaires et tertiaires, la croûte solidifiée ayant acquis une plus grande épaisseur et la chaleur centrale ayant perdu son énergie première, ces retours calorifiques n'agissaient plus avec la même intensité : aussi les effets métamorphiques les plus saillants qu'on observe dans les roches de ces formations récentes sont-ils dus à des effluves calorifiques, émises accidentellement par les fractures du sol : ils sont, par conséquent, limités à certains points. Ce sont ces derniers cas que je me propose principalement d'examiner, parce qu'ils prouvent bien que la chaleur est la principale cause déterminante du *métamorphisme normal*, et qu'ils justifient parfaitement cette manière de voir.

» *Métamorphisme en Grèce.* — Désigné, en 1828, par la Commission de l'Institut, pour faire partie de l'expédition scientifique que le Gouvernement envoyait en Morée, j'ai pu y constater que le sol de cette contrée est, en grande partie, occupé par la formation crayeuse, composée de sables et grès verts associés à des ophiolithes, d'argiles et de calcaires. Outre les actions que ce terrain a pu éprouver par le calorique de retour, il a encore été soumis à diverses modifications plus prononcées, dues à des effluves calorifiques accidentelles, émises par les lignes de dislocation du sol. Ainsi, sans parler des ophiolithes, que je serais porté à regarder aujourd'hui comme une transformation des grès verts, les argiles ont subi, sur différents points, des modifications variées : par exemple, en Messénie, on les voit transformées en jaspes, dont les couches concordent et alternent avec les calcaires; dans la partie orientale de l'Argolide, vers Didyma, elles ont d'abord contracté la structure trappéenne, puis ont été transformées, à Épidaure, en un curieux porphyre.

» Les calcaires ont également éprouvé différentes modifications; là, ils sont devenus très compacts, très durs et cassants comme du verre; ailleurs, ils sont devenus plus ou moins grenus; dans les montagnes du Taygète, ils ont acquis de curieux effets de cristallinité, qui ont fait apparaître des traces de fossiles qu'on n'y aurait pas soupçonnés; leurs silex, que j'ai constatés depuis n'être que des masses d'imbibition formées postérieurement, par transports moléculaires de la silice, y ont, au contraire, disparu par diffusion. Ils ont très probablement été transformés en silicates anhydres, à l'aide de vapeurs d'eau. J'en ai constaté, à mon grand étonnement, les débris à l'état de sable, dans les ravines de désagrégation des calcaires, que

je savais, par expérience, n'être nullement siliceux; dans la chaîne orientale de la Laconie, aux monts Malévo, ces mêmes calcaires ont entièrement été transformés en calcaires blancs grenus statuaires.

» C'est surtout dans l'une des îles de l'Archipel grec, à Syra, que j'ai pu constater les effets les plus démonstratifs d'une de ces actions accidentelles de chaleur, produite par l'établissement d'un beau filon de quartz et de fer hydraté. Cette action s'est fait ressentir dans un rayon assez étendu, mais limité; on peut, en partant du côté opposé au centre d'action, reconnaître qu'une couche de phyllade, qui circonscrit horizontalement la belle rade de cette île, prend peu à peu des aspects pétrosiliceux, puis passe à un schiste satiné que l'on voit bientôt se cribler de cristaux microscopiques d'amphibole, lesquels, grossissant peu à peu, font passer la roche à une véritable diorite; enfin, au contact du filon, ce n'est plus qu'un enchevêtrement de gros cristaux d'amphibole verte. Là, des grenats, des disthènes et d'autres minéraux se sont aussi développés; au contact des calcaires grenus qui recouvrent le schiste, il s'est produit une très belle euphotide à larges lames de diallage. Ces intéressants phénomènes de métamorphisme partiel, corroborés ensuite par de nombreuses observations sur les diorites anciennes et modernes, d'ailleurs généralement bien stratifiées, ainsi que celles du Laurium, associées aux calcaires secondaires du Panthélique, me les font considérer toutes, depuis longtemps, comme roches métamorphiques.

» *Le métamorphisme dans l'Amérique Centrale.* — Mon séjour de 1850 à 1855 dans l'Amérique Centrale m'a permis d'y faire également d'intéressantes observations de métamorphisme accidentel. Il existe dans toute cette région, depuis les montagnes Rocheuses jusqu'à Panama, une grande formation de porphyres et de trachytes porphyroïdes, que les géologues, encore imbus des idées anciennes, n'ont pas manqué de classer parmi les roches plutoniques de transition. J'ai bientôt reconnu que ces porphyres sont, au contraire, très modernes et d'origine sédimentaire. Ils représentent, dans cette région du nouveau continent, nos terrains tertiaires d'Europe, puisqu'ils reposent immédiatement sur le terrain de craie et sont surmontés par le terrain quaternaire. Ils ont laissé, sur les crêtes du premier de ces terrains, des lambeaux fort remarquables, que les Mexicains nomment *Bufa*, parce qu'ils s'y présentent sous forme de forteresses en ruine.

» Cette grande formation, composée de quatre étages bien distincts,

doit sa transformation en roches porphyriques au soulèvement de mon système des montagnes d'Anahuac qui, en même temps qu'il a donné lieu aux premiers épanchements basaltiques et a favorisé l'établissement des nombreux et riches filons métalliques de ce pays privilégié, a encore servi de lien entre les deux Amériques du Nord et du Sud, auparavant séparées. Cette formation, que j'ai pu étudier sur près de 500 lieues de longueur, se présente avec des aspects variés, depuis l'état limoneux originel, encore conservé sur quelques points, en passant par les états intermédiaires, jusqu'aux porphyres les plus parfaits et passant même sur quelques points à un véritable granit.

» Ces granits, très modernes, n'avaient d'ailleurs rien qui pût me surprendre beaucoup, puisque j'avais reconnu depuis longtemps que les granits les plus anciens des Alpes et des Pyrénées contiennent, comme ceux de la Bretagne et de la Normandie, de très nombreux fragments de roches plus anciennes, très probablement refondues, et sont aussi, par conséquent, d'origine sédimentaire [1]. »

M. de Lesseps communique la Note suivante, qui lui est adressée de la baie de Panama :

« ...Le *Clappet* n° 13, qui vient d'arriver ici, a été assailli, dans le port de Talcahuano, par une bourrasque du nord qui a duré dix jours; pendant ce temps, toutes les communications avec la côte ont été impossibles.... Le capitaine Taylor, retenu à terre par l'ouragan, a eu le plaisir de voir son *Clappet* supporter les attaques d'une mer furieuse, sans avarie, et avec une facilité apparente, due à l'emploi des sacs d'huile nouvellement employés. On a eu ainsi une nouvelle preuve de l'efficacité de ce procédé pour réduire l'action des vagues contre les flancs du navire. »

M. Privat adresse une Note relative à l'intégration des équations différentielles à une inconnue.

M. Arnaudet adresse un complément à ses Communications précédentes, sur la formation du globe terrestre.

---

(1) *Voir*, à ce sujet, ma Lettre à Élie de Beaumont, insérée dans les *Comptes rendus*, t. XXI, p. 1287; 1845.

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 17 octobre 1887.

(*Suite.*)

Revue internationale scientifique et populaire des falsifications des denrées alimentaires. 1re année, 1re livraison. Amsterdam, 1887; br. in-f°.

Catalogo dei minerali vesuviani con la notizia della loro composizione e del loro giacimento; per Arcangelo Scacchi. Napoli, Francesco Giannini e figli, 1887; br. in-f°.

La regione vulcanica fluorifera della Campania; per Arcangelo Scacchi. Napoli, 1887; br. in-f°.

Le lave, il terreno vesuviano e la loro vegetazione; per Orazio Comes. Napoli, Francesco Giannini e figli, 1887; br. in-f°.

Memoria estadistica del curso de 1885-1886. *Annuario de* 1886-87 *del distrito universitario.* Madrid, Gregorio Estrada, 1887; in-f°.

A Electricidade. Estudo de algumas das suas principales applicações; por Virgilio Machado. Lisboa, typographia da Academia real das Sciencias, 1887; in-8°.

Historia dos estabelecimentos scientificos, litterarios e artisticos de Portugal nos successivos reinados da monarchia; por José-Silvestre Ribeiro; tomo XV. Lisboa, typographia da Academia real das Sciencias, 1887; in-8°.

Estudos sobre as provincias ultramarinas; por Joao de Andrade Corvo; Vol. IV. Lisboa, typographia da Academia real das Sciencias, 1887; in-8°.

Bihang till kongl. svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar; elfte Bandet, Häfte 2. Stockholm, Norstedt et Soner, 1887; in-8°.

Sixth annual Report of the United States geological Survey to the Secretary of the Interior, 1884-85; *by* J.-W. Powell. Washington, Government printing Office, 1885; in-f°.

Ouvrages reçus dans la séance du 24 octobre 1887.

Statistique de la superficie et de la population des contrées de la Terre; par Émile Levasseur. Rome, imprimerie Héritiers Botta, 1887; in-4°.

Études sur l'histoire militaire et maritime des Grecs et des Romains; par le contre-amiral Serre. Paris, L. Baudoin et Cie, 1888; in-12. (Présenté par M. l'amiral Jurien de la Gravière.)

Traité de Physiologie comparée des animaux, considérée dans ses rapports avec les Sciences naturelles, la Médecine, la Zootechnie et l'Économie rurale; par G. Colin; t. II. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1888; gr. in-8°. (Présenté par M. Brown-Séquard.)

Bulletin de la Société géologique de France; 3e série, t. XV, feuilles 27-34 (21 mars-18 avril 1887) f, g, h, *Pl. X.* Paris, au siège de la Société, 1887; in-8°.

The geologic relations of the Nanticoke disaster; by Charles-A. Ashburner, 1887; in-8°.

Memoirs of the national Academy of Sciences; vol. III, Part II. (Deux exemplaires.) Washington, Government printing Office, 1886; gr. in-4°.

Bulletin of the United States geological Survey; nos 34-39. Washington, Government printing Office, 1886-87; 6 br. in-8°.

Report of the entomologist Charles-V. Riley for the year 1886. Washington, Government printing Office, 1887; br. in-8°.

Report of the meteorological Service of the Dominion of Canada; by Charles Carpmael, *for the year ending december* 31, 1884. Ottawa, Maclean, Roger and C°, 1887; gr. in-8°.

Publications of the Washburn Observatory of the University of Wisconsin; vol. V. Madison, Wisconsin, Democrat printing Company, state printers, 1887; in-8°.

Scientific writings of Joseph Henry; vol. I-II. Washington, published by the Smithsonian Institution, 1886; 2 in-4°.

Zur magnetelectrischen Induction; von Edm. Hoppe, 1887; br. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 17 octobre 1887.)

Note de MM. Ph. Barbier et Léo Vignon, sur les safranines substituées :

Page 672, lignes 22 et 23, *au lieu de* du tétraméthylodiamidoazobenzol de la diméthylphénosafranine, *lisez* du tétraméthyldiamidoazobenzol et de la diméthylphénosafranine.

